

Brent og glemt

Varmepåvirket litisk materiale

- Et case study på materialet fra Gråfjellprosjektet, Hedmark, Norge



Joachim Åkerstrøm

Masteroppgave i arkeologi

Institutt for arkeologi, konservering og historiske studier

Det humanistiske fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

Vår 2012

Sammendrag

Varmepåvirket litisk materiale opptrer ved de fleste norske steinalder lokaliteter i form av blant annet varmepåvirkede avslag, skjørbrent stein eller for eksempel kokstein. Endringer som oppstår på bakgrunn av varmepåvirkning på råstofftypen flint, som dominerer de fleste kystlokalitetene på Østlandet, er godt kjent. På innlandslokaliteter oppleves derimot en annen råstoffbruk, og det er problematisk å benytte materialer som kvartsitt, jaspis og kvarts på tilsvarende måte som flint, da kunnskapen rundt endringer på disse bergartene og mineralene ikke er undersøkt i samme grad. Målet med denne oppgaven er å belyse endringer som kan inntreffe når avslag av råstoff som flint, kvarts, kvartsitt og jaspis varmepåvirkes.

Ved hjelp av undersøkelser i elektrisk ovn og ildsted er det utført varmepåvirkningseksperimenter på avslag av de utvalgte råstoffene. I tillegg er det også gjennomført undersøkelser for å kartlegge hvordan avslag endres i kontakt med vann ved høye temperaturer. Endringer som har inntruffet på de ulike råstoffene er så sammenlignet med det arkeologiske materialet fra utvalgte lokaliteter som er undersøkt i regi av Gråfjellprosjektet langs Rena elv i Hedmark. Gjennom en kombinasjon av *chaîne opératoire* og varmepåvirkningseksperimenter ønsker jeg å undersøke om denne siden ved materialet kan benyttes, samt gi kunnskap om menneskene og de ulike aktiviteter som ble utført.

Forside: Utvalgte resultater fra undersøkelsene. De fire råstoffene som er benyttet i undersøkelsene. Fra venstre melkekvarter, ringsakerkvarter, jaspis og flint. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Forord

En stor takk til min veileder Sheila Coulson for råd og tilbakemeldinger. En spesiell takk til Per Åke Persson som har hjulpet til med alt fra kontorplass, datamateriale, datamaskin problemer og vært en god diskusjonspartner og støtte underveis. En stor takk til Stine Melvold, Hege Damlien, Anja Mansrud og Katrine Stene for tilgang til det arkeologiske materialet som er undersøkt i oppgaven. Takk til Merete Skogstad for full støtte og hjelp underveis. Tusen takk til Viggo Grøndalen for hjelp til innsamling av stein og godt fiske.

Tusen takk for råd og vink på slutten prosessen til Trond Vihovde og Mari Sundt. Takk til Robin Hoel for ingeniør hjelp. En stor takk til familie som har vært svært forståelsesfulle. Takk for strøm til kamera og datamaskin, samt vann fra paret som bor på Holmbo camping. En stor takk til Harald B. Singstad og Forsvarsbygg for lån av hytte under innsamlingen av råstoffer til eksperimentene. Takk til Tom Segalstad for geologi diskusjon og lån av mikroskop. Tusen takk til Eva og Johan for gode tilbakemeldinger og hjelp. Ekstra stor takk til Siril som holdt ut med brent stein, eksperimenter, en stressa masterstudent og for all støtte og hjelp!

Tusen takk!

Innhold

1	Innledning	1
1.1.	Sentrale begreper relatert til varmepåvirkning	4
2	Bakgrunn: varmepåvirket litisk materiale med vekt på endringsmarkører	5
2.1.	Egenskaper som medvirker til endring	5
2.2.	Tidligere undersøkelser på bergartene med vekt på endringer	8
2.2.1.	Flint	8
2.2.2.	Jaspis	10
2.2.3.	Kvartsitt	11
2.2.4.	Kvarts	13
2.3.	Problemer med varmepåvirket litisk materiale	15
2.4.	Ildsted og skogbrann	18
2.5.	Sammendrag	19
3	Metode	20
3.1.	Chaîne opératoire	20
3.2.	Endringsmarkører for varmepåvirket litisk materiale	22
4	Undersøkelser på makroskopisk gjenkjennelige endringer ved varmepåvirkning	27
4.1.	Innsamling av materiale til undersøkelsene	28
4.2.	Forberedelser	31
4.3.	Undersøkelser utført i ovn	32
4.4.	Undersøkelser i ovn kombinert med vann	33
4.5.	Undersøkelser i ildsted	34
5	Resultater med vekt på endringsmarkører	37
5.1.	Flint	37
5.2.	Melkekvarter	41
5.3.	Jaspis	46
5.4.	Kvartsitt	48
5.5.	Sammenfatning	55
6	Resultater fra ildsteds-undersøkelse med soner	56
7	Gråfjellprosjektet	59
7.1.	Thingnes	61
7.2.	Dokset	66
8	Konklusjon	71
9	Bibliografi	75
10	Appendix A: Referansemateriale fremstilt i undersøkelser	86
11	Appendix B: Identifisert varmepåvirket materiale	110

Figurliste

- Figur 1: Geografisk område. A) Oversiktskart for Østlandet. Sort ring er merket Gråfjell/Rena elv og sort prikk er jaspis bruddet i Flendalen, Trysil. B) Hedmark fylke. C) Undersøkt området i forbindelse med Gråfjell/Rena elv prosjektet med lokaliteter merket. Illustrasjon A og B etter Maps.google.com. Illustrasjon C etter Stene (2010:9, Fig 1.4)..... 2
- Figur 2: Gjennomgående frakturer. A) Ekspansjonsbrudd som normalt opptrer ved hurtig eller forlenget oppvarming. B) Kontraksjonsbrudd som opptrer ved hurtig avkjøling, og settes oftest i sammenheng med kokstein. Illustrasjon etter Zurel (1979)..... 6
- Figur 3: Gjennomgående brudd som kan forekomme på avslag. Bildet er fra referansesamlingen. A) Original avslag fra knoll 99. B) Avslag varmpåvirket ved 1000 °C. Foto: Joachim Åkerstrøm..... 6
- Figur 4: Fargeendringer fra referansematerialet. På venstre side er det upåvirkede avslag, og høyre side er varmpåvirket. Foto: Joachim Åkerstrøm. 7
- Figur 5: Endringsmarkører som opptrer på råstoffet flint. A) *Potlids* vist med negative arr og avspaltninger. B) Orange-peel hvor avslagets flate dekkes med *potlids*. C) Sprengt flint. Dette var en nokså liten knoll med strandflint som ble utsatt for 800 °C. Nederst i venstre hjørne er det et originalt avslag. D) krakelering. E) kalsinert eller “hvitbrent” flint. Alle foto: Joachim Åkerstrøm..... 9
- Figur 6: Jaspis fra Flendalen. A) blank rød jaspis. B) blekmatt jaspis. Foto: Joachim Åkerstrøm..... 11
- Figur 7: Bleking av kvartsitt. A) Original. B) Varmepåvirket avslag, som tilsynelatende har mistet fargen. Fra knoll 66. Foto Joachim Åkerstrøm..... 12
- Figur 8: Rødlig fargeendring som kan forekomme på kvartsitt. A) Original. B) Varmepåvirket. Eksempler fra knoll 58. Foto: Joachim Åkerstrøm 12
- Figur 9: Glansendring. A) Original. B) Varmepåvirket avslag med redusert glans og vokset tekstur. Foto: Joachim Åkerstrøm. 13
- Figur 10: Kvartsbleking. A) Original. B) Varmepåvirket avslag. Avslaget er blitt melkehvitt og opak. Foto: Joachim Åkerstrøm. 14
- Figur 11: To ulike former for kvartsbleking. A) Original fra knoll 223, melkekvarst. B) Varmepåvirket avslag fra knoll 223. C) Original fra knoll 182, Ringsakerkvartsitt. D) varmpåvirket avslag fra knoll 182. Foto: Joachim Åkerstrøm. 24
- Figur 12: Økt glans. Avslag kan få en økt glans etter varmpåvirkning. Fra venstre upåvirket avslag og varmpåvirket avslag. Knoll 223. Foto: Joachim Åkerstrøm. 25
- Figur 13: Sukret tekstur fremkommer på enkelte avslag i undersøkelsen, men er også naturlig i flere bergarter. Foto Joachim Åkerstrøm. 25
- Figur 14: Eksempel på krakelert flint. Illustrasjon er forstørret x25. Uten skala. Knoll 265. Foto: Joachim Åkerstrøm. 26
- Figur 15: Kart over Rena elv og Osensjøen. Området markert med rødt representerer undersøkt terreng under innsamlingen av råstoffer. Innfelt øverst høyre hjørne oversiktskart over Østlandet med området markert i rødt. Illustrasjon etter maps.google.com. 29

Figur 16: Resultater fra innledende undersøkelser, som ble utført for å kartlegge endringspotensialet, samt kontrollere ovn og metode. Temperaturen var satt til 1000 °C. A) Kvartsitt fra Ula, Vestfold. B) Bergkrystall fra Lambertseter Oslo. C) Kvarts fra Son, Akershus. D) Kvartsitt fra Son, Akershus. De varmepåvirkede delene på de sammensatte steinene skiller seg kraftig de upåvirkede delene ved at de enten er blitt opak og melkehvitt eller har antatt en rødlig farge. Foto: Joachim Åkerstrøm	31
Figur 17: Temperatur og brenntid for undersøkelser utført i ovn.	32
Figur 18. Bilder fra bålksperimentene. A) Avslagene er lagt ut på linjer med 5 cm avstand. B) Bålkonstruksjon like etter opptenning. C) Eksempel på utbrent bål. D) Ildstedet etter at det er utbrent, og ryddet for aske og kull. Foto: Joachim Åkerstrøm.	35
Figur 19. Temperatur og brenntid for realistisk bål.	36
Figur 20: Materiale fra referansesamling. Flint fra Koster, Sverige. Knoll 29.	39
Figur 21. Materiale fra referansesamling. Flint fra Lista, Vest-Agder. Knoll 262.	39
Figur 22. Materiale fra referansesamling. Flint fra Køge, Danmark. Knoll 265.....	39
Figur 23. Enkelt avslag av flint fra knoll 265 lagt i bål. Avslaget har fått krakelering, <i>potlids</i> , og er kalsinert. Foto: Joachim Åkerstrøm.	41
Figur 24: Endringer fra undersøkelsen hvor et enkelt avslag av melkekvarter fra knoll 223 ble lagt i bål. A) Original. B) Varmepåvirket i bål hvor avslaget er endret til å bli melkehvitt og opakt med synlige frakturer i materialet. Foto: Joachim Åkerstrøm.....	43
Figur 25. Materiale fra referansesamling. Melkekvarter Fra Åmot, Hedmark. Knoll 106. Foto: Joachim Åkerstrøm	45
Figur 26. Materiale fra referansesamling. Melkekvarter fra Åmot, Hedmark. Knoll 223. Foto: Joachim Åkerstrøm.	45
Figur 27. Materiale fra referansesamling. Melkekvarter fra Åmot, Hedmark. knoll 116. Foto: Joachim Åkerstrøm.	45
Figur 28. Fargeendring på jaspis i bål mens materialet fortsatt er varmt. A) jaspis avslag mens det fortsatt er varmt. B) Original. Foto: Joachim Åkerstrøm.	47
Figur 29. Materiale fra referansesamling. Ringsakerkvarter fra Rødstranda, Hedmark. Knoll 157. Foto Joachim Åkerstrøm.	50
Figur 30. Materiale fra referansesamling. Ringsakerkvarter fra Deset, Hedmark. Knoll 189. Foto: Joachim Åkerstrøm.	50
Figur 31. Materiale fra referansesamling. Ringsakerkvarter fra Rena sand og grustak, Hedmark. Knoll 99. Foto: Joachim Åkerstrøm.	50
Figur 32. Endringer som forkom på kvartsitt når det ble lagt ett enkelt avslag i ildstedet for å dokumentere endring over tid. Avslaget er fra knoll 189, en Ringsakerkvarter A) Original. B) Varmepåvirket. Foto: Joachim Åkerstrøm.	53
Figur 33. Prosentvis endring etter bålsoner for kvarts fra ildstedsundersøkelsene.	56
Figur 34: Prosentvis endring etter bålsoner for flint fra ildstedsundersøkelsene.	56
Figur 35. Prosentvis endring etter bålsoner for kvartsitt fra ildstedsundersøkelsene.	57

Figur 36: Sammensatte avslag av melkekvarter fra lokaliteten Thingnæs. Det melkehvite og opake avslaget er varmpåvirket. Foto: Joachim Åkerstrøm.	62
Figur 37: A) Lokaliteten Thingnes dokumentert i plan slik den så ut etter at det var gravd ett lag. B) Funnkonsentrasjonen til melkekvarter i blått og andre råstoffer i grått. C) Ansamlingene med skjorbrent stein og konsentrasjonene med varmpåvirket melkekvarter. D) Lokaliteten Thingnes slik den fremstår med de funnspredding av melkekvarter, skjorbrent stein og varmpåvirket melkekvarter. Plantegning fra (Damlien 2010b:266)	64
Figur 38: Den lansettformede spissen fra lokaliteten Dokset. Funnet i to deler som var omtrentlig 1 meter fra hverandre. Spissen ble aldri fullført, og ble ødelagt under tilvirkning. Foto: Joachim Åkerstrøm.	67
Figur 39: Ringsakerkvartersttematerialet fra lokaliteten Dokset. I midten et varmpåvirket avslag, tydelig bleket. Nederst på avslaget ses et område som var gjennomskinnelig, men som nå er opak og hvitt. Dette området har også antatt en voksaktig tekstur. Foto: Joachim Åkerstrøm.	68
Figur 40: Funnndistribusjon for lokaliteten Dokset. A) Lokaliteten i plan slik den så ut etter at det var gravd et lag. B) Funnspredning med skjorbrent stein i rødt og funn i sort. Stjerne markerer de to delene av den lansettformede spissen. C) Funnspredningen på lokaliteten med minste antall satt til åtte funn for å vise konsentrasjonen, samt skjorbrentstein med minste vekt på ett kilo. D) Illustrasjon C samt innsatt funnspredning av varmpåvirket ringsakerkvartersttem. Plantegning etter (Melvold 2010a:116).....	69
Figur 41: Fotografi av lokaliteten Dokset med innsatt funnkonsentrasjon, ildsted og siktlinje. Spredningskart er innfelt i høyre hjørne, orientert etter forografi. Rena elv renner fra sør til nord, og plasseringen av ildstedet relatert til kokegropa gir redskapmakeren på Dokset full oversikt til Rena elv. Foto etter Melvold (2010)	71

Tabelliste

Tabell 1: Eksempel på endringsmarkøranalyseskjema benyttet i oppgaven Skjemaet samler alle endringsmarkører benyttet i analysen. Her vist med Ringsakerkvartersttem, knoll 124.	23
Tabell 2: Bergarter benyttet i undersøkelsene sortert etter råstoff.	30
Tabell 3: Samlet endringsmarkøranalyse for flint: Summerte endringer og prosentvis fremstilling av flintmaterialet fra undersøkelsene.....	37
Tabell 4: Endringsmarkøranalyse for flint fra Lista, Vest-Agder, Norge. Knoll 262.	38
Tabell 5: Endringsmarkøranalyse for flint fra Koster, Sverige. Knoll 29.....	38
Tabell 6: Endringsmarkøranalyse for flint fra Køge, Danmark. Knoll 265.	38
Tabell 7: Samlet endringsmarkøranalyse for melkekvarter: Summerte endringer og prosentvis fremstilling av melkekvartersttematerialet fra undersøkelsene.....	42
Tabell 8: Endringsmarkøranalyse for melkekvarter fra Åmot, Hedmark. knoll 223.....	44
Tabell 9 Endringsmarkøranalyse for melkekvarter fra Åmot, Hedmark. Knoll 116.	44
Tabell 10: Endringsmarkøranalyse for melkekvarter fra Åmot, Hedmark. knoll 106.....	44
Tabell 11: Summerte endringer og prosentvis fremstilling av kvartersttematerialet fra undersøkelsene.	48

Tabell 12: Endringsmarkøranalyse for Ringsakerkvartsitt fra Rena elv og grustak, Åmot, Hedmark. Knoll 99.....	49
Tabell 13: Endringsmarkøranalyse for Ringsakerkvartsitt. Rødstranda, Åmot, Hedmark. Knoll 157.....	49
Tabell 14: Endringsmarkøranalyse for Ringsakerkvartsitt fra Deset, Åmot, Hedmark. Knoll 189.....	49
Tabell 15: Summert oversikt for råstoffvariasjon ved Gråfjellprosjektet/ Rena elv.....	60

1 Innledning

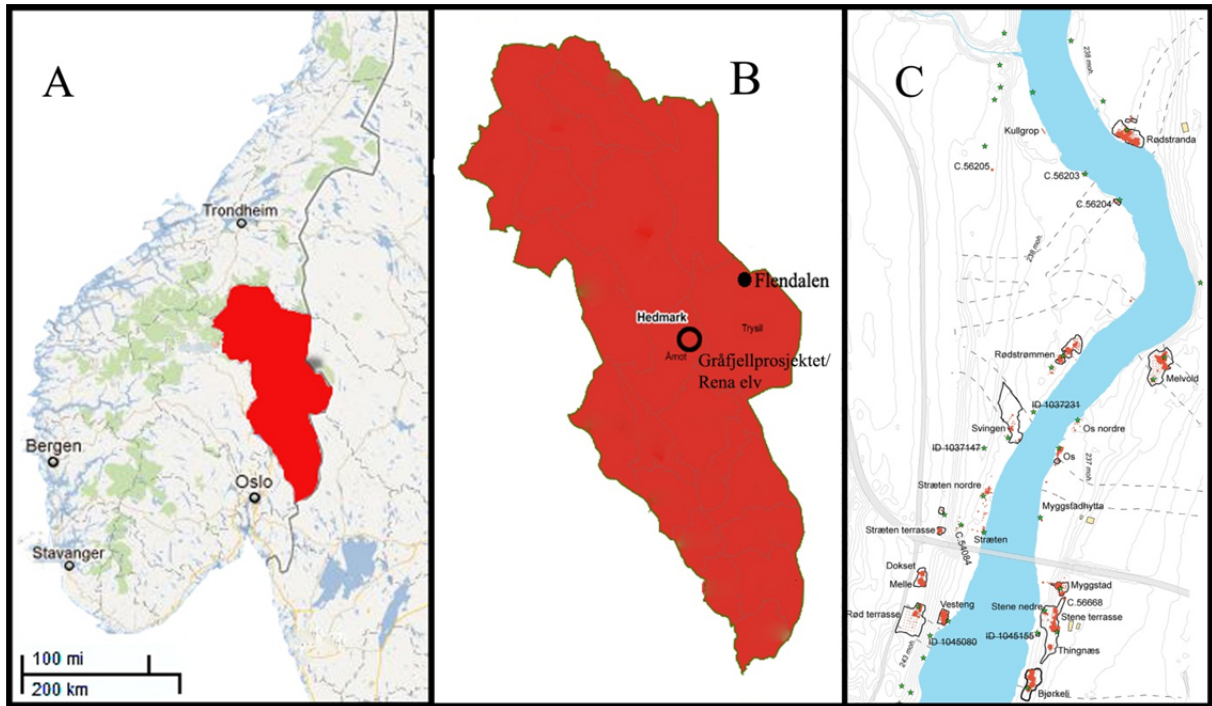
I det arkeologiske materialet har avslag og fragmenter av varmepåvirket flint vært gjenkjent lenge, og benyttes normalt som en del av analyser på lokaliteter og boplasser. Materialet utviser en rekke gjenkjennelige endringer ved varmepåvirkning og kan bistå i tolkninger og analyser, samt belyse trender og mønstre som kan avdekke latente strukturer som boligkonstruksjoner eller ildsteder (Grøn 1995), eller avklare spørsmål om skogbrann og samtidighet mellom konsentrasjoner av litisk materiale eller strukturer (Stevenson 1991). Mulighetene er mange, og det er derfor overaskende at det har vært liten interesse for å legge til rette for bruk av andre råstoffer i lignende problematiseringer.

Menneskene i steinalderen benyttet et rikt utvalg av råstoffer når de fremstilte redskaper. I Norge forekommer ikke flint naturlig i undergrunnen, men er tilgjengelig i form av istransporterte knoller langs de sørlige kystområdene (Berg-Hansen 1999). Relatert til flinttilgangen er det stor variasjon mellom de ulike regionene og områdene i Norge, og det kan spores en økende bruk av andre råstoff til redskapsproduksjon igjennom mesolitikum (Bjerk 2008:86). Langs sørlige deler av norskekysten dominerer flint som råstoff, med mindre innslag av andre råstoff, mens man i materialet fra innlandslokaliteter ser en stor råstoffvariasjon. I de nylig publiserte resultatene fra Gråfjell prosjektet hvor det ble blant annet ble undersøkt over 20 lokaliteter langs Rena elv fra steinbrukende tid er det påvist stor råstoffvariasjon i materialet, og det er gjort funn av flint, jaspis, ulike typer kvartsitt, bergkrystall og skifer. Lokalitetene domineres ofte av andre råstoffer enn flint, noe som medfører at konvensjonelle spredningsanalyser med varmepåvirket flint ikke kan benyttes på en rekke av lokalitetene

Undersøkelser som setter grunnleggende egenskaper på alternative råstoffer i nytt lys kan være innfallvinkelen til å frembringe kunnskap, som kan medvirke til et annet syn på alternative råstoffer. Det er fortsatt flere grunnleggende aspekter ved alternative råstoffer som ikke er undersøkt, og som derfor vanskelig kan benyttes eller problematiseres ved innlandsundersøkelser. En av disse sidene er hvordan de endres og kan gjenkjennes på bakgrunn av varmepåvirkning.

Oppgaven skal derfor ta utgangspunkt i ett aspekt ved alternative råstoffers egenskaper som ikke er omfattende undersøkt, og som det ved nylig utførte undersøkelser i innlandet ikke har

vært mulig å problematisere i analyser på bakgrunn av manglende forskning på området. Oppgaven skal undersøke muligheten for å gjenkjenne karakteristikk som kan opptre på lokale kvartsitt og kvarts typer i Hedmark som er varmepåvirket. Til forskjell fra flint, vet vi svært lite om hvordan disse steintypene endres i kontakt med varme (Boaz 1998).



Figur 1: Geografisk område. A) Oversiktskart for Østlandet. Sort ring er merket Gråfjell/Rena elv og sort prikk er jaspis bruddet i Flendalen, Trysil. B) Hedmark fylke. C) Undersøkt området i forbindelse med Gråfjell/Rena elv prosjektet med lokaliteter merket. Illustrasjon A og B etter Maps.google.com. Illustrasjon C etter Stene (2010:9, Fig 1.4)

Formålet med denne oppgaven er derfor å utvide tolkningsgrunnlaget for steinalderlokaliteter ved å inkludere resultater fra varmepåvirkningseksperimenter på alternative råstoffer som opptrer ved arkeologisk undersøkte lokaliteter. Gjennom kontrollert varmepåvirkning i ovn, og replikasjonsstudier på bål, skal det undersøkes om endringer på bakgrunn av varmepåvirkning på råstoffer som kvarts, kvartsitt og jaspis kan beskrives og gjenkjennes. Materialet som blir fremstilt gjennom undersøkelsene skal så benyttes som referansemateriale for de videre analysene av utvalgte lokaliteter fra undersøkelsene utført langs Rena elv i Hedmark av Gråfjellprosjektet.

Oppgaven har derfor følgende problemstillinger:

- **Kan det ved hjelp av varmpåvirkningseksperimenter beskrives makroskopiske endringsmarkører for varmpåvirket kvarts, kvartsitt og jaspis i et arkeologisk materiale?**
- **Kan andre varmpåvirkede råstoffer enn flint benyttes til å kaste nytt lys over materialet fra arkeologisk undersøkte lokaliteter og menneskene som benyttet plassen?**

Det etterlatte materialet, som fremkommer under arkeologiske undersøkelser er rester menneskers aktiviteter. En metode som inkorporer det menneskelige i materielle analyser er *chaîne opératoire*, som er et teoretisk-metodisk analyseverktøy. Metoden belyser en prosess fra start til slutt gjennom et materiale. Gjennom identifiseringen av hvert enkelt ledd i fremgangsmåten vil man kunne se hvilke valg, teknikker og fremgangsmetoder som har vært benyttet. En *Chaîne opératoire analyse* tar alltid utgangspunkt i et materialet, men belyser det på bakgrunn av hvilke valg menneskene ”bak” handlingene har gjort. I analysen av materialet fra Gråfjell prosjektet skal det identifiserte varmpåvirkede materialet belyses gjennom *Chaîne opératoire*.

I den videre oppbyggingen av oppgaven vil neste kapittel belyse og presentere ulike sider ved termopåvirkning som kan forekomme på de utvalgte råstoffene som er tatt med i oppgaven. Kapittel 3 vil gi en kort presentasjon av *Chaîne opératoire*, bruk av spredningsanalyser og endringsmarkører som makroskopisk kan benyttes for å gjenkjenne varmpåvirket materiale som er benyttet i oppgaven. I kapittel 4 skal gjennomføringen av de ulike eksperimentene beskrives før resultatene presenteres i kapittel 5 og 6. Resultatene fra undersøkelsene og eksperimentene kombineres så med *Chaîne opératoire* og spredningsanalyser av det identifiserte varmpåvirkede materialet som er lokalisert på to utvalgte lokaliteter fra Gråfjell prosjektet.

1.1. Sentrale begreper relatert til varmepåvirkning

Utgangspunktet for oppgaven er å undersøke varmepåvirkning på et arkeologisk materiale. Begrepet varmepåvirkning er bredt og favner alle former for varmepåvirkning av et materiale. Varmepåvirkningen kan være makroskopisk gjenkjennelig, mikroskopisk eller kun gjennom naturvitenskapelige undersøkelser, og skiller ikke mellom intensjonell eller tilfeldig påvirkning. Begrepet innbefatter alt materiale som er påvirket av varme, for eksempel kokstein og skjorbrent stein, men også kategorier som ikke er intensjonelt oppvarmet, men som kan reflektere aktiviteter i form av tilberedelse av mat, hvor for eksempel de brukte pilspissene i kjøttet etterlates i bålet, eller knakkeaktivitet rundt et ildsted hvor litisk produksjonsavfall ender i ildstedet. Begrepet tar også opp i seg endringer av litisk materiale på bakgrunn av skogbrann eller lignende. Felles for de fleste former for varmepåvirkning, bortsett fra skogbrann, er at de reflekterer menneskelig handling som har blitt utført på ett sted, og derfor også i mange tilfeller representerer en romlig plassering av menneskelig aktivitet.

Sentralt i forskningen på emnet står et annet begrep, varmebehandling, hvor et materiale også er varmepåvirket, men som relateres til et annet aspekt. Varmebehandling (*heat treatment*) inntreffer når man intensjonelt og kontrollert varmer opp litisk materiale for å forbedre kvaliteten på råstoffet (Crabtree og Butler 1964; Domanski, et al. 1994; Eriksen 2000; Olausson og Larsson 1982b). Bruken av varmebehandling er påvist i arkeologisk materiale over store deler av verden (e.g. Ahler 1983; Bordes 1969; Brown, et al. 2009; Collins og Fenwick 1974; Domanski og Webb 1992; Domanski, et al. 2009; Eriksen 2000; Flenniken og Garrison 1975; Hanckel 1985; Price, et al. 1982; Rick 1978), og er beskrevet i etnologiske beretninger (Hester 1972). Det er derimot ikke påvist i Skandinavia (Olausson og Larsson 1982a; Olausson og Larsson 1982b). For å gjennomføre en suksessfull varmebehandling er det særlig temperaturen som må kontrolleres. Emnet må tilføres varme skånsomt, og helst ikke i direkte ild (Griffiths, et al. 1987:47). Samtidig må avkjølingen foregå sakte, gjerne over mange timer, slik at det ikke oppstår bruddskader i materialet (Domanski og Webb 2007:157). Begrepet varmebehandling spiller inn på den intensjonelle handlingen, men benyttes ikke i relasjon til for eksempel skjorbrent stein, kokstein, bruddvirksomhet eller varmepåvirkning for enklere å kunne knuse knoller. Disse kategoriene er intensjonelt varmepåvirket, uten hensyn til å forbedre kvaliteten på råstoffet (Gregg og Grybush 1976).

I noen sammenhenger opereres det også med begrepet termopåvirket, noe som betyr at materialet er påvirket av temperatur, men det kan være seg intensjonell, uintensjonell, samt på bakgrunn av både varme eller kulde. Begrepet benyttes derfor heller i tilfeller hvor man ikke sikkert kan si om materialet er påvirket av kulde eller varme. Begrepet forteller oss kun at det er påvirket av noe, uten å spesifisere nøyaktig hva. Som begrep kan det være benyttet i forbindelse med undersøkelser eller utgravinger, hvor det kan være problematisk å skille varmepåvirket materiale fra kuldepåvirket materiale. Begrepet er derfor benyttet i rapportene fra Gråfjellprosjektets undersøkelser fra Rena elv, hvor det var usikkerhetsmomenter ved bestemmelse av frostskader eller varmepåvirkning.

De ovenstående begrepene knytter til seg ulike sider ved termisk påvirkning både intensjonell og utilsiktet påvirkning. Bakgrunnen for hvordan råstoffer påvirkes og for eksempel endrer farge, får frakturer eller andre makroskopiske endringer har ofte sitt utgangspunkt i råstoffets fysiske egenskaper. Dette beskrives nærmere i neste del.

2 Bakgrunn: varmepåvirket litisk materiale med vekt på endringsmarkører

2.1. Egenskaper som medvirker til endring

Et råstoffs fysiske egenskaper bestemmes blant annet av størrelsen på mineralkornene og hvor godt individuelle krystallkorn er tilpasset hverandre. Korn-størrelse og tilpasningen av individuelle korn til hverandre vil ha en direkte effekt på materialets porøsitet, fracturegenskaper og tetthet. Videre vil også mengden urenheter i form av for eksempel fossilt materiale, vann eller jernoksider være utslagsgivende for hvordan endringer på bakgrunn av temperaturer manifesteres ved varmepåvirkning (Purdy 1975:134).

Mindre mengder vann forekommer i de fleste bergarter og mineraler. I hovedsak skilles det mellom væske som er fanget i hulrom, sprekker, eller inklusjoner og kjemisk bundet væske, som er en del av molekylbindingene, eller kjemisk bundet til yttersiden av molekyler (Branlund og Hofmeister 2007:591). Vannmengden i et materiale vil ha stor innflytelse på endringer som forekommer i forbindelse med termopåvirkning. Vann koker ved 100 °C, og endrer tilstand fra væske til gass (1 atmosfære trykk), noe som medfører at det allerede på denne temperaturen kan oppstå varmeavspaltningsskader på materialer av dårlig kvalitet ved

hurtig varmeøkning (Price, et al. 1982:472). Normalt motstår litiske materialer spenningen som skapes ved 100 °C, og væske vil ikke kunne gå over til gass, på bakgrunn av at det ikke kan ekspandere. Ved 365 °C (vanns kritiske temperatur), vil vann, uansett trykk transformeres til gass, noe som kan resultere i eksplosjonsartede reaksjoner (Barker og Robinson 1984:1078). Innesperret vann i inklusjoner vil ekspandere og danne mikrofrakturer, og er derfor en av påvirkningsfaktorene som kan frembringe frakturer i et materiale på bakgrunn av at mikrofrakturene kan forplantes og det formes gjennomgående frakturer (Domanski, et al. 1994:202).

For gjennomgående brudd regner en i hovedsak med to former tilknyttet varmpåvirkning: Kontraksjonsbrudd og ekspansjonsbrudd (Figur 2). Kontraksjonsskader, fremkommer når bergarter utsettes for raske temperatursvingninger, og det er en ujevn varmfordeling i materialet.

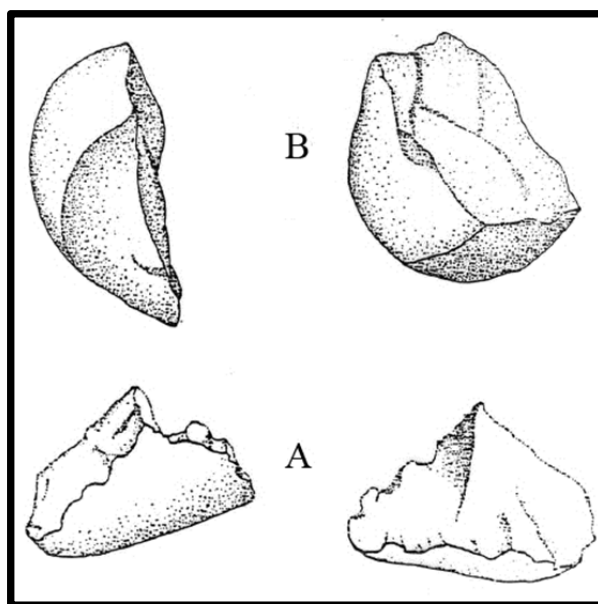
Kontraksjonsbrudd fremstår som taggete og kantet på bakgrunn av at materialets ytre trekker seg sammen rundt den fortsatt

ekspanderende kjernen (Purdy 1975: Figur 4 a, b; Rennie 2001:67, Figur 1). Ekspansjonsbrudd fremkommer derimot som rette, konkave eller konvekse gjennomgående brudd eller i form av *potlids* på bakgrunn av et indre trykk i materialet (Purdy 1975:Figur 2 a, b; Rennie 2001:67, Figur 2).

Hovedsakelig relateres frakturer til råstoffets elastisitet og termisk stress, som forekommer ved ujevn oppvarming, hurtig oppvarming eller rask nedkjøling. Kvarts, som er hovedbestanddelen i kvartsitt, flint, jaspis og



Figur 3: Gjennomgående brudd som kan forekomme på avslag. Bildet er fra referansesamlingen. A) Original avslag fra knoll 99. B) Avslag varmpåvirket ved 1000 °C. Foto: Joachim Åkerstrøm



Figur 2: Gjennomgående frakturer. A) Ekspansjonsbrudd som normalt opptrer ved hurtig eller forlenget oppvarming. B) Kontraksjonsbrudd som opptrer ved hurtig avkjøling, og settes oftest i sammenheng med kokstein. Illustrasjon etter Zurel (1979)

selvfølgelig kvarts, endrer tilstand fra lav-kvarts til høy-kvarts (α og β kvarts) ved 573 °C. Et enkelt kvartsmolekyl kan endre tilstand fra α til β kvarts et uendelig antall ganger uten varige svakheter, og prosessen kan beskrives som reversibel. Men i en helhet, når flere kvartskorn eller krystaller utgjør et hele, vil bindingene mellom disse påvirkes, og det skapes mikrofrakturer (Luedtke 1992:97). Samtidig innehar kvarts sitt høyeste ekspansjonspunkt relatert til volumøkning i denne temperatursonen, som ved 400 °C er på 1,87 %, 570 °C på 3,76 % og ved 580 °C er på 4,55 % (Winkler 1973:174). Den kraftige økningen i kvartsens volum, relatert til overgangen til β kvarts, endrer materialet på en ikke reversibel måte. Ekspansjonen som inntreffer ved disse temperaturene vil opptre i alle litiske materialer som inneholder kvarts, og kan resultere i frakturer. I råstoffer som for eksempel inneholder kvartsårer eller makroskopisk synlige kvartssamlinger vil forskjeller i ekspansjonen kunne føre til at brudd inntreffer rundt inklusjoner eller årer (Custer og Silber 1995:135).

Mengden jernoksider i materialet vil i stor grad bestemme fargen på bergarten både før og etter termisk påvirkning. Purdy og Brooks (1971:323) har forslått at det kun er i råstoffer med høye nok konsentrasjoner av jernholdige mineraler at fargeendringer inntreffer ved oppvarming (< 1100 ppm.). Råstoff hvor jernholdige mineraler opptre i mengder på 2500 ppm. kan skifte i farge fra grå eller hvit til lys gul eller lys rosa, mens eksemplarer hvor jernholdige mineraler overstiger 4000 ppm. kan få en mørk rød eller brun farge. Råstoff som er mørke i utgangspunktet er det derimot vanskeligere å spore fargeendringer på, og noen materialer utviser ikke tegn til farge-endering overhodet (Rapp, et al. 1999:71). Prosessen blir beskrevet av både Purdy (1974:46) og Schindler et al. (1982:529) som viser hvordan jernsammensetninger under oppvarming



Figur 4: Fargeendringer fra referansematerialet. På venstre side er det upåvirkede avslag, og høyre side er varmepåvirket. Foto: Joachim Åkerstrøm.

omgjøres til hematitt, og endrer råstoffers farge til ulike grader av rød eller rosa. Endringene kan være så synlige som at prøveeksemplarene kan gå fra å ha en enhetlig gulfarge til å få en klar rødfarge etter kontakt med varme (Schindler, et al. 1982:528), eller få en mørkere fargetone (Melcher og Zimmerman 1977:1361; Ozker 1976:362; Purdy og Brooks 1971:323). Fargeendringer på råstoffene kan ikke alltid tilskrives oppvarming, men kan også komme som et resultat av kontakt med jernholdig grunnvann (Dumarçay 2010:572; Melcher og Zimmerman 1977:1359).

På de neste sidene presenteres tidligere dokumenterte endringer samlet for de ulike råstoffene som er benyttet i undersøkelsene som en del av denne oppgaven. Det vil være en form for generalisert fremstilling, da endringer som forekommer i for eksempel én type flint ikke nødvendigvis fremkommer i en annen variant, og det å overføre endringer fra ett råstoff til ett annet kan være problematisk. Presentasjonen av endringer for hvert enkelt råstoff vil være kronologisk etter temperatur, samlet etter endringsmarkør.

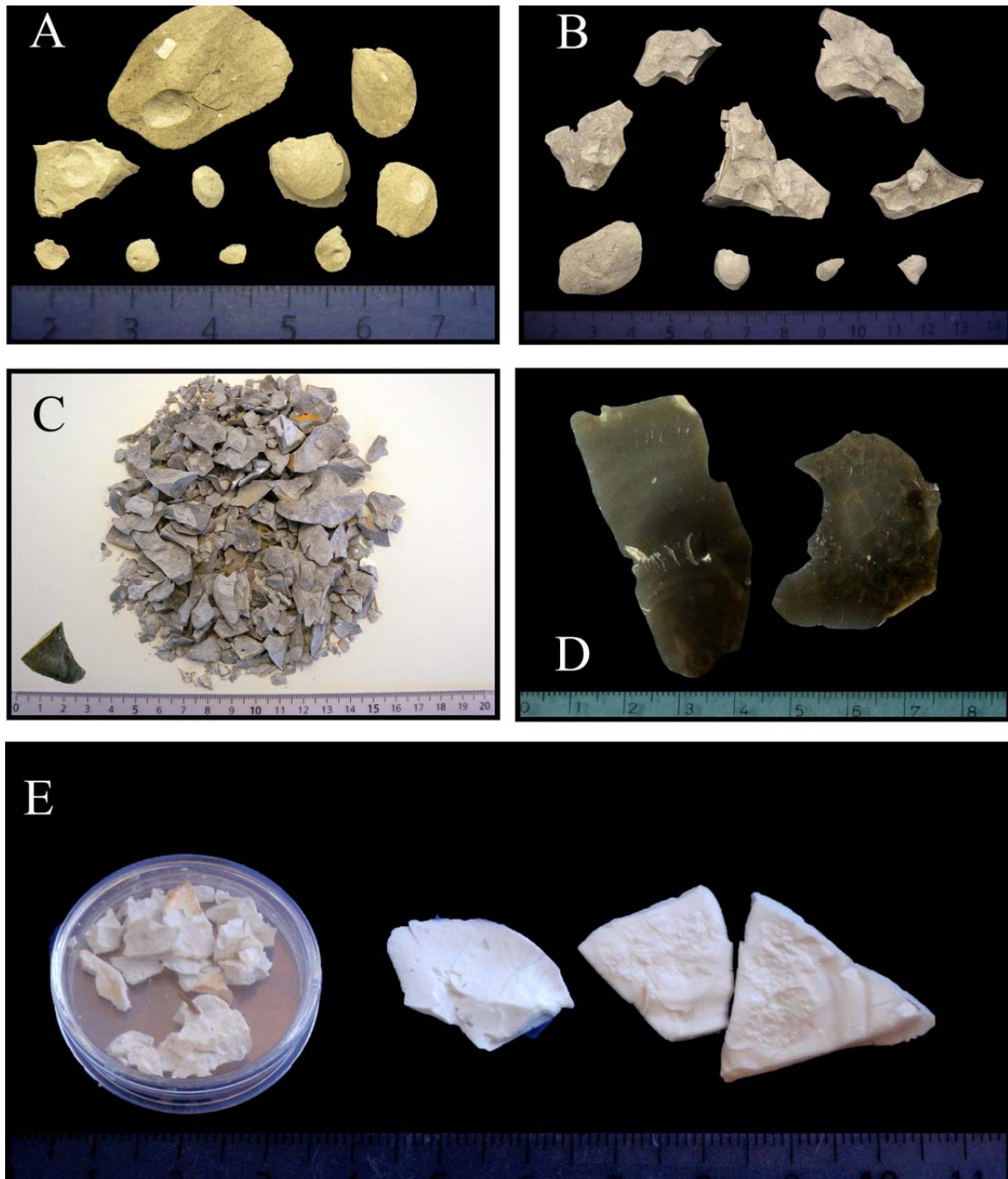
2.2. Tidligere undersøkelser på bergartene med vekt på endringer

2.2.1. Flint

Den normalt første endringen ved varmepåvirkning av flint fremkommer i form av en overgang til rødlige fargetoner ved 240 til 350 °C (Ahler 1983:2; Price, et al. 1982:472; Purdy 1974:46), eller en mørkere fremtoning (Melcher og Zimmerman 1977:1361; Ozker 1976:362; Price, et al. 1982:469; Purdy og Brooks 1971:323) avhengig av mengden jerninnhold i materialet (Purdy 1974:46; Purdy og Brooks 1971:323; Schindler, et al. 1982:528-532). Små variasjoner i fargen kan forekomme ved lavere temperaturer som 175 °C (Price, et al. 1982:472), og 230 °C (Rick 1978:18). Ikke all flint endrer farge i temperaturrommet mellom 200 og 350 °C (Clemente-Conte 1997:527-528; Rick og Chappell 1983:71), noe som spesielt gjelder materialer som er mørke før varmepåvirkning (Flenniken og White 1983:44), eller har for lite innhold av jern eller andre påvirkelige mineraler (Collins og Fenwick 1974:135; Domanski, et al. 2009:1403; Purdy og Brooks 1971:323). Fargeendringer vil derfor variere fra ett flintmateriale til et annet, og kan ofte fremstå som tilfeldig, og vanskelig å forutse (Clemente-Conte 1997:527; Domanski, et al. 2009:1403).

Den endringen som kanskje settes sterkest i sammenheng med varmepåvirket flint er *potlids* (Figur 5a), sirkulærkonkave avskallinger som ser ut til å ha hoppet ut av flintens overflate

(Luedtke 1992:97; Purdy 1975:135-136). Størrelsen kan variere fra mikroskopisk synlig (Richter, et al. 2011:854) til et knappehode og større (Debano, et al. 1998:271; Patterson 1995:74). *Potlids* kan oppstå allerede ved 100 °C, hvis materialet utsettes for hurtig temperatur-økning på bakgrunn av at vann i inklusjoner vil kunne transformeres til gass, og



Figur 5: Endringsmarkører som opptrer på råstoffet flint. A) *Potlids* vist med negative arr og avspaltninger. B) Orange-peel hvor avslagets flate dekkes med *potlids*. C) Sprengt flint. Dette var en nokså liten knoll med strandflint som ble utsatt for 800 °C. Nederst i venstre hjørne er det et originalt avslag. D) krakelering. E) kalsinert eller “hvitbrent” flint. Alle foto: Joachim Åkerstrøm.

skape et indre trykk i materialet (Mandeville 1973:189; Price, et al. 1982:472). Purdy (1975:136) beskriver hvordan *potlids* alltid fremkom i materialet under oppvarming ved 400 °C, og aldri under nedkjøling av materialet, som betyr at det er en form for ekspansjonsskade. Ved forlenget påvirkningstid ved høyere temperaturer vil flint kunne få *orange-peel* (Figur 5b), hvor råstoffets flate dekkes med sammenhengende *potlids* (Purdy 1975:139).

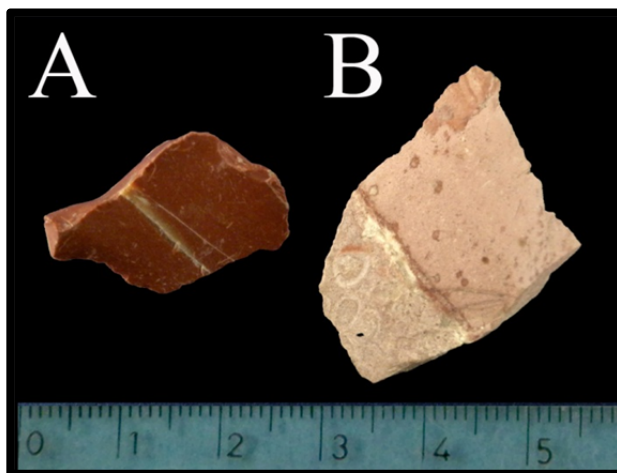
Purdys observasjoner sammenfaller med vannets kritiske temperatur. Overgangen fra væske til gass ved denne temperaturen vil kunne fremkalle eksplosjonsaktige reaksjoner (Figur 5c)(Purdy 1974:40-42), som i kombinasjon med råstoffets elastiske tålegrense kan komme til uttrykk gjennom ulike former for frakturer som krakelering (Figur 5d), et finmasket nett med overflatefrakturer (Patterson 1995:75; Petraglia 2002:33; Price, et al. 1982:469; Purdy 1975: Figur 6a og 6b; 1981: Figur 2b; Rick 1978:20). Samtidig ses en vektreduksjon i materialet på bakgrunn av at vann unnslipper materialet, noe som også vil kunne medføre at materialet endrer størrelse (Ahler 1983:4). Vektreduksjonen ses spesielt tydelig i temperaturene mellom 300 og 400 °C, og øker ved 600 og 700 °C hvor reduksjonen av vanninnholdet kombineres med nedbrytningen av karbonater i materialet, som fører til utslipp av karbondioksid og et markant vekttap (Weymouth og Williamson 1951:580).

Litt før nedbrytningen av karbondioksid i flint inntreffer overgangen fra lav-kvarts til høy-kvarts (α kvarts til β kvarts) ved 573 °C, som medfører at flint, og andre kvartsholdige råstoffer blir strukturelt ustabile (Luedtke 1992:97). Denne temperaturgrensen kan ses som overgangen til de siste fasene i flintens liv ved varmepåvirkning, og vil i sammenheng med reduksjonsprosessen få et kalsinert ytre, også kalt hvit-brent (Figur 5e) (Weymouth og Williamson 1951:580).

2.2.2. Jaspis

Jaspis (Figur 6) inneholder små inklusjoner med vann, og bør derfor også være påvirkelig ved fra 100 °C, på bakgrunn av transformasjonen fra væske til gass. Fargeendringer kan inntreffe i temperaturrommet 100-200 °C, ved en formørkning av fargen (Schindler, et al. 1982:528). Hvis det forekommer fargeendringer vil disse først manifesteres i materialets ytre, og øke i tykkelse i takt med tid og temperatur (Schindler, et al. 1982:530). Ved 200–300 °C registreres det et hurtig vanntap, som sammenfaller med oksideringsprosessen (Schindler, et al. 1982:529) Jaspis kan varmebehandles (Crabtree og Butler 1964:1; Schindler, et al. 1982:542),

som vises med en markert redusering i materialstyrken som kan fremkomme ved 300 – 400 °C, samtidig som det ved samme temperaturer kan fremvises krakelering og en økt sprøhet, både ved hurtig oppvarming eller avkjøling (Domanski og Webb 1992:603). Styrkereduksjonen i materialet som fremkommer ved disse temperaturene, fortsetter ved høyere temperaturer (Domanski, et al. 1994:Figur 9), og sammenfaller i noen tilfeller med



Figur 6. Jaspis fra Flendalen. A) blank rød jaspis. B) blekmatt jaspis. Foto: Joachim Åkerstrøm.

overgangen fra hematitt til goethitt (Schindler, et al. 1982:532). Mellom 380 og 450 °C endres fargen til å få en mørkerød tone (Schindler, et al. 1982:528), noe som også inntreffer senere ved 450 °C (Lavin 1983:3). Ikke all jaspis endres til å bli rødlig eller gulaktig, noen blekes, eller miste fargen (Lavin 1983:8). Ved høyere temperaturer (500–670 °C) vil materialet nedbrytes, og vise tegn til overoppheting ved å bli sprøtt, inneha *potlids*, gjennomgående frakturer, og krakelering (Domanski, et al. 1994:199; Schindler, et al. 1982:528).

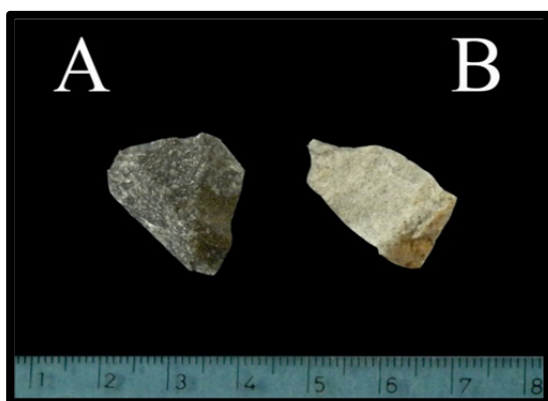
Ildsteds undersøkelser på jaspis har vist et litt annet bilde av endringer, og når de inntreffer. I en undersøkelse (Custer og Silber 1995:135) fremkom fargeendringer først etter 30 min. i bål med gjennomsnittstemperaturer mellom 740 til 800 °C, og materialet fikk da en rødbrun farge kontra den tidligere gule og rødlig. Samtidig som fargeendringene fremkom det *potlids*, og gjennomgående frakturer, som ofte gikk langsmed kvartsårer i materialet som var blitt melkehvite.

2.2.3. Kvartsitt

Undersøkelser på kvartsitt har vist at det kan forekomme fargeendringer i materialet allerede ved 225–250 °C i form av overgang til rosa, rødlig fargetoner eller lysegult (Figur 8) (Behm og Faulkner 1974:273; Moody 1976:9), men generelt inntreffer endringer i kvartsittmaterialer senere (Domanski og Webb 1992:612; Hanckel 1985:100). Farge og glansendringer (Figur 9) kan variere, og materiale kan også miste farge, gjennom en form for bleking (Figur 7) (Florek 1989:25), og disse endringene kan være forbeholdt materialets indre, mens yttersiden kan beholde original-fargen (House og Smith 1975:78; Moody 1976:9). Det kan også være

forskjeller i endringer etter størrelse, hvor glansendring og overgang til rødlig fargeskjær gjelder for knoller eller større biter, mindre avslag har fått ulike nyanser av hvitt og blir sprø, og mørke kvartsitter ikke endrer farge (Moody 1976:9).

Noen kvartsitter kan varmebehandles (Crabtree og Butler 1964; Ebright 1987:30), noe som vises med en reduisering i materialstyrken som fremkommer ved 500-600 °C (Domanski og Webb 1992:605), og som reduseres ytterligere ved økte temperaturer (Domanski, et al. 1994:198), samtidig som materialet blir stivere (Domanski og Webb 1992:603; Domanski, et al. 1994:200), som medfører større kontroll og enklere bearbeiding (Cotterell og Kamminga 1987:694-698). Disse endringene i materialet kan forekomme uten andre makroskopiske synlige endringer eller skader (Domanski og Webb 1992:603-605).



Figur 7: Bleking av kvartsitt. A) Original. B) Varmepåvirket avslag, som tilsynelatende har mistet fargen. Fra knoll 66. Foto Joachim Åkerstrøm.



Figur 8: Rødlig fargeendring som kan forekomme på kvartsitt. A) Original. B) Varmepåvirket. Eksempler fra knoll 58. Foto: Joachim Åkerstrøm

Grove kvartsitter ser ut til å endres langt mindre enn kryptokrystalline og finkornede råstoffer som flint og jaspis og viser ofte ikke tegn til overopphetning selv ved 500–600 °C i form av *potlids*, krakelering, misfarging eller sprøhet (Domanski, et al. 1994:201). Men det er eksempler hvor finkornet kvartsitt ser ut til å inneha en større motstandsdyktighet mot frakturer enn makrokrystallin kvartsitt (Mcdowell-Loudan 1983:26). En av forklaringene kan ligge i at kvartsitt er tildannet under høyt trykk og høye temperaturer, og derfor ikke endres i stor grad selv ved temperaturer over 600 °C (Domanski og Webb 1992:612; Hanckel 1985:99). Sandstein, som ikke har den samme styrken og hardheten som kvartsitt vil spreke opp, og faller fra hverandre når temperaturen når, eller overstiger 573 °C (Chakrabarti, et al. 1996:540). Derimot kan det ved raske temperaturøkninger, slik som i et ildsted utvises tegn til

endring ved gjennomgående frakturer, overflatefrakturer (Buenger 2003:179, 181, 184, 196), tynne bueformede avskallinger, sotet ytre (Gonick 2003:149; House og Smith 1975:78, Figur 5), og en rødlig fargetone som ofte samles rundt fracturene (Backhouse og Johnson 2007:1375; Batchelor 1979:159; Buenger 2003:193, 223; House og Smith 1975:78; Petraglia 2002:12).



Figur 9: Glansendring. A) Original. B) Varmepåvirket avslag med redusert glans og vokset tekstur. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Sammenlignet med andre materialer får kvartsitt færre avspaltninger (Lintz 1989:336, Tabell VI), men kan få flere overflatefrakturer (Lintz 1989:338). Temperaturgrensen for frakturer kan se ut til å være høyere for kvartsitt med temperaturer over 550 °C, enn for flint (Buenger 2003:224), og nedbrytes ikke i særlig grad ved flere oppvarminger, hvis materialet får avkjøles sakte (Mcdowell-Loudan 1983:26).

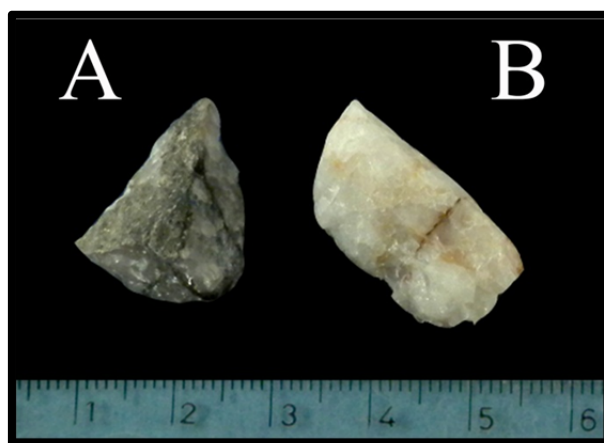
2.2.4. Kvarts

Kvarts inneholder små mengder vann, som utgjør et vekttap mellom 0,04 % og 0,1 % ved langvarig varmpåvirkning ved 350 °C (Purdy 1974:44). Relatert til det lave vanninnholdet inntreffer de første endringene i kvarts ved varmpåvirkning ved 150 °C, ved at materialet jevnt mister vann gjennom dekrepitasjon. Høyere temperaturer endrer utslippet til å bli kraftigere og ujevne, på bakgrunn av et oppbygd indre trykk i kvartsmaterialet, som drastisk faller da vannet unnslipper gjennom mikrofrakturer (Barker og Robinson 1984:1078).

Ved 300 °C reduseres materialstyrken på bakgrunn av mikrofrakturer i materialet med rundt 10 %, og ca. 24 % ved 400 °C (Domanski og Webb 1992: Tabell 1), og det er sjelden at det oppstår nok mikrofrakturer ved denne typen temperaturer til at det oppstår gjennomgående makrofrakturer (Domanski, et al. 1994:202). Reduseringen av styrken i kvarts medfører mindre energi for å produsere avslag, noe som er undersøkt i forbindelse med varmebehandling av kvarts. Resultatene er sprikende, hvor enkelte undersøkelser finner grunnlag for at materialet forbedres (Domanski og Webb 1992:603-611; Domanski, et al. 1994:199; Knight 1991:44; Leveillee og Souza 1981:44) på bakgrunn kraften kan gå igjennom frakturplanet (Domanski og Webb 1992:611; Knight 1991:44), som gjør at det kan

produseres større og tykkere avslag (Leveillee og Souza 1981:43-44). Ved varmebehandling av kvarts er det viktigere med høyere temperatur enn ved varmebehandling av flint (Leveillee og Souza 1981:39). Enkelte påpeker en negativ endring (Inizan, et al. 1999: Fig. 2; Kinnunen 1993:17), og noen undersøkelser viser ingen endring ved varmepåvirkning av kvarts (Flenniken 1981:27; Flenniken og White 1983; Hanckel 1985:100). I alle tilfeller har det manglet gode diagnostiske makroskopiske kjennetegn for varmebehandling av kvarts (Domanski og Webb 2007:165).

For gjenkjennelse av varmepåvirkede avslag av kvarts har det derimot vært utført en rekke eksperimentelle undersøkelser de siste årene (Ballin 2008; Coulson, et al. 2011; Driscoll 2010, 2011; Knutsson og Knutsson 2010). Det er også utført funksjonelle studier relatert til gjenkjennelse av kvarts som kokstein eller skjørbrønt stein (Batchelor 1979; Custer og Silber 1995; Gonick 2003; House og Smith 1975). Gjennom disse studiene etableres en rekke grunnleggende endringsmarkører for gjenkjennelse av varmepåvirket kvarts, som har vist at materialet i følge Ballin (2008:51) gjennomgår de samme grunnleggende endringene som flint ved å endres i farge, få redusert glans, bli opak, få rødlig misfarging, og varierende grad av nedbrytning.



Figur 10: Kvartsbleking. A) Original. B) Varmepåvirket avslag. Avslaget er blitt melkehvitt og opak. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Det er få temperaturer å ta utgangspunkt i da de fleste studiene ikke har benyttet termaturmålere, men kvarts viser ikke tegn til overopphetning selv ved 500–600 °C i form av *potlids*, krakelering, misfarging eller sprøhet (Domanski, et al. 1994:201), mens det derimot har vært påpekt at kvarts antar en melkehvit farge etter noen dagers oppvarming på 550 °C, eller noen timer ved 700 °C (Bambauer, et al. 1969:718), noe som også kan inntreffe ved 650 °C (Bastin og Mitchell 1961:1227). På bakgrunn av de overnevnte undersøkelsene fremkommer et endringsbilde av kvarts, som ved høye temperaturer vil fremstå som matt, opak og melkehvit (Figur 10) (Driscoll og Menuge 2011:2254), inneha områder med små avskallinger og groper (Ballin 2008:51), en varierende grad av mer distinkte kvartskorn, få både makro- og mikro frakturer (Driscoll og Menuge 2011:2258), samt en rødlig misfarging

og økt porøsitet (Ballin 2008:51-52). Fargen kan i tillegg til å bli melkehvit, få rødlige fargetoner, og et sotet utseende. Sot kan forsvinne hvis steinen blir benyttet som kokstein (Batchelor 1979:156), og hvis hele kvartsknoller med *cortex* brennes i bål, utvikles både tynne ikke gjennomgående frakturer og gjennomgående frakturer som deler materialet i flere stykker, men materialet spres ikke slik man kan oppleve med flint (Custer og Silber 1995:135; Fischer 1979; Sergeant, et al. 2006), og som kokstein økes antall gjennomgående frakturer, samt at materialet blir sprøtt, og lett faller fra hverandre (Batchelor 1979:156; Custer og Silber 1995:135-136). Den siste effekten kan oppstå ved normal brenning av materialet, og kan i tilfeller være en positiv effekt, da eggen på varmpåvirkede kvartsredskaper alltid fornyes ved bruk (Kinnunen 1993:17).

Mikroskopisk er hovedforskjellen på brent og upåvirket kvarts å finne i inklusjonene, som i upåvirket kvarts inneholder væske i form av vann, mens det i varmpåvirket kvarts inneholder rester av vanngass, eller gjennom dekrepitasjon at væsken er unnsluppet og har skapt mikrofrakturer i materialet (Driscoll og Menuge 2011:2255). Mikrofrakturene som oppstår kan ifølge Kinnunen (1993:14-16) telles, og økningen av frakturer i materialet vil kunne fortelle om temperaturen kvartsen en gang ble utsatt for. I den grad det oppstår makrofrakturer vil disse kunne fylles med vann og frembringe et brunflekkt utseende.

2.3. Problemer med varmpåvirket litisk materiale

Som det utgår av den ovenstående teksten er flere sider ved de ulike råstoffene undersøkt. Det fremkommer allikevel et bilde av råstoffene hvor endringer kan virke uregelmessig. Samtidig er som det ble nevnt innledningsvis i dette kapittelet ikke alltid mulig å overføre endringsmarkører fra en variant av et råstoff til et annet. Noe som fremkommer som en generell del av endringsbildet ved varmpåvirkning er at endringsmarkørene er til dels råstoffspesifikke, noe som medfører at man ikke direkte kan overføre resultater fra undersøkelser utført mellom råstoffer, men man kan si noe om mulige forventede resultater, men denne siden ved det arkeologiske materialet har sjelden vært nevnt i forbindelse med arkeologiske undersøkelser i Norge hvor det i hovedsak har vært andre råstoff enn flint.

Storparten av de arkeologiske undersøkelsene i Østlandsregionen har vært sentrert rundt kystområdene, hvor materialet preges av en fremtredende flintdominans (Ballin og Lass Jensen 1995:233; Bjerk 2008:86; Boaz 1999:125; Damlien 2010a; Mikkelsen 1975:40). Det

forekommer liten råstoffvariasjon, og den generelle utnyttelsen av andre råstoffer ligger oftest på mindre enn 10 % av det litiske materialet (Ballin 1998:126). Unntaket er Nøstvetperioden hvor andre bergarter, særlig til økseproduksjon, inntar en større del av råstoffutnyttelsen ved lokalitetene (Ballin 1998; Berg 1995, 1997; Glørstad 2004; Jaksland 2001; 2005:111). I kontrast til kystlokalitetene finner vi innlandslokalitetene, som preges av en utstrakt råstoffvariasjon (Boaz 1999:134), og hvor råstoffbruken kan stå i en diametral motsetning til kystlokalitetene.

Antallet undersøkelser av innlandslokaliteter var sparsommelig opptil midten av 1970-tallet (Bjørn 1934; Brøgger 1942; Hagen 1946; Hougen 1947) da Mikkelsen og Nybruget (1975:91) publiserte materialet fra lokaliteter rundt Rokosjøen i Hedmark. Her var råmaterialet i hovedsak bestående av kvarts, kvartsitt, porfyr og flint. Senere undersøkelser som for eksempel Dokkfløy (Boaz 1998), Gråfjell (Amundsen 2007; Stene 2007; Stene 2008; Stene 2010), Rødsmoen (Boaz 1997) og Svevollen (Fuglestad 1992, 1995, 1998; Mikkelsen 1989) kan også vise til utpreget høy råstoffvariasjon av både lokale og importerte råstoffer.

Ser en det samlede arkeologiske materialet under ett har flintens dominerende posisjon medført at andre råstoffer ikke har vært gjenstand for de samme studiene som vi opplever med flinten (Glørstad, et al. 2006; Ramstad 2000:88). Flintens rolle som primærråstoff har formet vår måte å betrakte andre råstoffer, samt hvordan vi tolker og utnytter kunnskapspotensialet. På samme vis som i Sverige (Lindgren 1998:95-96) ble innlandsarkeologien på Østlandet til tider så sterkt preget av kystlokalitetenes råstoff at de mesolittiske innlandslokalitetene forble usynlige (Boaz 1999:131). Følgelig er også kunnskapsnivået på flintens ulike aspekter langt høyere enn andre råstoffer.

Undersøkelser på hvordan lokale råstoffer endres, og hvordan de vil opptre i det arkeologiske materialet når de er varmpåvirket har derfor vært savnet i forbindelse med tidligere prosjekter utført på innlandslokaliteter i Norge. Både Dokkfløyprosjektet og Gråfjellprosjektet har etterlyst forskning på hvordan andre råstoffer enn flint påvirkes for å kunne benytte det i analyser (Boaz 1998:97; Damlien 2010a:65). Under arbeidet med materialet fra Dokkfløyprosjektet påpekte Joel Boaz at den lokale kvartsitten ikke endret farge ved varmpåvirkning, og at det på bakgrunn av manglende forskning på emnet medførte at man derfor ikke kunne skille ut varmpåvirket lokal kvartsitt. Disse sidene ved materialet ble

derfor ikke benyttet i romlige analyser på lokalitetene. Andre råstoffer som for eksempel flint og leirstein kunne derimot brukes, da de utviser endringer i forbindelse med varme, og derfor er enklere å gjenkjenne (Boaz 1998:96-97).

Mye av den samme problematikken viste seg også ved registreringen av det innsamlede materialet fra undersøkelsene langs Rena elv utført i regi av Gråfjellprosjektet, hvor det ble ansett som problematisk å gjenkjenne produksjonsrester av andre materialer enn flint som brent eller frostsprengt (Damlien 2010a:65; Melvold 2010b:157). Også i registreringen av lokaliteter i forkant av Gråfjellprosjektet var det i tilfeller vanskelig å bestemme om enkelte råstoffer var varmpåvirket eller frostsprengt i forbindelse med skjørbrent stein (Risbøl 2001:27). I sammenheng med undersøkelsene i 2004 ble det foretatt en befaringsreise til tre undersøkte lokaliteter for å vurdere kriterier for termopåvirket stein i området av geolog Tore Østeraas (2004). Konklusjonen var at det ikke fantes tilstrekkelige kunnskap for sikkert å skille mellom frostsprengt og varmpåvirket stein. Flere av de samme endringsmarkørene som fremkommer i varmpåvirket stein kan være tilstede naturlig i undergrunnen, som for eksempel en rødlig misfarge, porøst materiale og skarpe kanter (Amundsen 2007:23).

I forbindelse med utgravingene av lokalitetene langs Rena elv ble det på bakgrunn av det ovenstående utført to undersøkelser for å kartlegge endringer som kan oppstå ved varmpåvirkning. Dumarçay (2010:572) undersøker endringer med tanke på skjørbrent stein, og konkluderer med at enkelte bergarter fra området endres i den grad at det skal være mulig å gjenkjenne varmpåvirkning makroskopisk i et materiale hvis det er utsatt for temperaturer mellom 300 og 700 °C.

På vegne av Gråfjell prosjektet undersøkte Helena og Kjell Knutsson (2010:578) mulighetene for å gjenkjenne varmpåvirket kvarts ved å legge 5 steiner i et ildsted. To steiner ble plukket ut av ildstedet etter to timer, og sluppet i vann, mens tre steiner ble liggende og sakte avkjølt i asken. Det var ingen makroskopiske gjenkjennbare endringer på materialet etter undersøkelsen, men mikroskopisk var det synlig mikrofrakturer og fastbrent sot (Knutsson og Knutsson 2010:579).

Som det fremgår av den ovenstående delen er det opp til svært nylig vært liten interesse for gjenkjennelsen av varmpåvirket lokalt litisk materiale som opptrer ved innlandslokalitetene på Østlandet, noe som kan være et resultat av flintens dominans ved

kystlokalitetene. Situasjonen i Norge er ikke enestående, og for kvartsitt, kvarts og jaspis er antall undersøkelser marginale sammenlignet med flint. Særlig i forbindelse med råstoffet flint har det vært en økende interesse for å benytte varmepåvirket materialet i romlige analyser på undersøkte lokaliteter i utlandet (Alperson-Afil, et al. 2007; Backhouse og Johnson 2007; Grøn 1995; Sergeant, et al. 2006). Som tidligere nevnt kan de fleste former for varmepåvirkning relateres til en menneskelig handling enten intensjonell eller tilfeldig. I den videre gangen av undersøkelsen vil det være viktig å kunne skille mellom endringer på bakgrunn av menneskeskapt ild og skogbrann i det arkeologiske materialet, og hvilke temperaturer som kan oppnås.

2.4. Ildsted og skogbrann

Temperaturen som oppnås i et ildsted er i stor grad avhengig av hvilken type brensel som benyttes, og fuktighetsnivået i brenselet. Andre variabler som type undergrunn, vind eller fuktighet i bakken under bålstedet påvirker ikke temperaturutviklingen i like stor grad (Jackson 1998:115). For de fleste undersøkelser hvor man har varmepåvirket bergarter og mineraler direkte i et ildsted oppnås det temperaturer mellom 600 og 850 °C (Bellomo 1993:533, 536; Gillespie, et al. 1989:276; Gonick 2003:150; Livingstone Smith 2001:995; Mandeville 1973:188), men det er dokumentert temperaturer i underkant av 950 °C (Livingstone Smith 2001:995; Shepard 1956:78). Ildstedets varmesone er også svært konsentrert, noe som vises i eksperimenter med flint. Fischer beskriver i sine studier at det kun er flint som ligger i midten av bålet og i kontakt med glørne som kalsineres og blir hvitbrent, men at flint i ildens ytterkant ble krakelert. Sergeant et al. (2006:1001), fremlegger i sine undersøkelser at det kun er flint som befinner seg i ilden som fremviser karakteristikk for varmepåvirkning, og at flint som befinner seg utenfor ildens rekkevidde, og da i temperaturer under 300 °C ikke fikk synlige tegn på varmepåvirkning, på bakgrunn av kraftig temperatur fall bortenfor flammene.

Nylig er det utført flere kontrollerte skogbrannundersøkelser på samme skogstype som den vi finner i Hedmarksområdet rundt de arkeologiske lokalitetene, hvor furu og lyng dominerer skogbildet. Ohlson og Tryterud (2000) har utført kontrollerte skogbranner for å kartlegge bevaringen av kull i skogområder hvor det har vært skogbrann. I Søre Osen, Trysil i Hedmark ble et område på 4,2 Ha avsvidd, hvor 65 % av området ble direkte påvirket av skogbrannen.

Litt lenger sør i Hole kommune i Buskerud fylke ble 40 % av det 0,8 Ha store området direkte påvirket av skogbrannen. Varierende mengde med brensel og fuktighet ble angitt som hovedårsak i disse undersøkelsene.

I et annet studie utført i Graveberget, Trysil kommune etterlot skogbrannen et mosaikkaktig bilde av ildens spredning og varierende påvirkning av de berørte skogområdene. Gjennomsnittstemperatur på jordoverflaten i områder med lyng og furu var på 590 °C (Joner og Kjønås 2004:1), og i områder med fuktig jord og torv etterlot skogbrannen et flekk lignende brannmønster (Stabbetorp 2010:249). Røtter av blåbær og tyttebær overlevde i stor grad (Stabbetorp 2010:256), og undergrunnen var i liten grad berørt (Stabbetorp 2010:261). Nedbrenningsdypet ble målt til å være mellom 1,5 og 2,5 cm (Joner og Kjønås 2004:2). Temperaturer som ble målt på 5 cm dyp ble i de fleste tilfeller målt til å være under 110 °C. I enkelte tilfeller kom temperaturen opp i 165 °C, og i noen få områder 235 °C. Generelt besto jorden i de fleste feltene av typisk podsol med et humuslag på mellom 5-10 cm (Erik J. Joner. personlig kommunikasjon).

Forskjellen mellom et ildsted og en skogbrann vil kunne komme til uttrykk i det arkeologiske materialet ved at en skogbrann vil inneha en langt større brennflate, og temperatur-utviklingen påvirkes av flere variabler. Hovedelementer i hvordan en skogbrann spres, hvilke temperaturer som utvikles, og hvor dypt varmen penetrerer jordlaget og går ned i undergrunnen er i hovedsak avhengig av brensel, vind, fuktighet og underlag. Temperaturen vil derfor variere, selv innenfor mindre områder, og det kan etterlates flekker eller større flater som ikke er synlig påvirket. En skogbrann brenner med andre ord ikke jevnt som et teppe, og påvirkningen på brannflaten vil sjelden fremstå som homogen.

2.5. Sammendrag

Endringer som forekommer i på termopåvirket materiale varierer til en viss grad alt ettersom hvilket materiale det er, og endringer som forekommer på et råstoff kan derfor ikke nødvendigvis benyttes på andre materialer. Noen likheter ser allikevel ut til å inntreffe. Flere av endringsmarkørene som tidligere er dokumentert har sin opprinnelse i prosesser som kan betegnes som råstoffuavhengige. Urenheter i materialene (væske og jernoksider) endrer materialenes utseende ved varmpåvirkning i form av ulike former for fargeendring, oftest i

rødlige eller gule fargenyanser, og mikrofrakturer som kan forplantes i materialet og skape gjennomgående frakturer.

Ulike råstoff har derimot også individuelle endringer, slik som det ses i den ovenstående teksten. Flint endres svært annerledes enn for eksempel kvarts og kvartsitt, hvor flint kan får *potlids*, krakelering, *orange-peel* samt kalsineres. Disse endringene inntreffer ikke når kvarts og kvartsitt utsettes for sterk varme, og mye tyder på at kvarts og kvartsitt tåler høyere temperaturer før det får varmeskader, eller endres på en slik måte at det er gjenkjennelig i det arkeologiske materialet. Temperaturer målt i ildsteder ved undersøkelser på hvordan flint eller andre råstoffer endres har fremvist temperaturer som gjennomsnittlig er høyere en de temperaturene som er målt i skogbrannstudier utført i områder med lignende forhold som de vi finner på lokalitetene langs Rena elv. Metode

3 Metode

3.1. *Chaîne opératoire*

En metode som belyser handlingsrekker og valg på bakgrunn av et materiale, og som ofte er benyttet for kombinere resultater fra undersøkelser og eksperimentell arkeologi er *Chaîne opératoire*, som kan beskrives som en kronologisk kjede eller handlingsrekke hvor et materiales livssyklus kan følges fra innsamlingen av råstoff, produksjon og bearbeidelse, bruk og tilslutt etterlatelse (Tixier, et al. 1980:8).

Chaîne opératoire er både et teoretisk rammeverk og en analytisk metode (Dobres 2000:164), hvor et objekt ikke kun betraktes ut fra typologisk eller beskrivende ståsted, men også med bakgrunn i teknologi, økonomi, og sosiale dimensjoner (Pelegrin 1990:116). Metoden ble utviklet nettopp blant annet som et alternativ i en periode når typologiske og deskriptive studier dominerte. *Chaîne opératoire* kan i så måte sies å trekke materialet ett skritt lenger ved å anse hvert objekt som en del av en prosess, hvor det blir foretatt valg som påvirker objektets syklus. Ved å benytte denne innfallsvinkelen kan alt materialet bli viktig for å forstå prosessen, tankene og handlingene som ligger bak. Ved å studere materialet som en helhet, uten å legge vekt på bare redskapene, men også avfall, kan valg gjenkjennes og studeres gjennom eksperimentelle studier og undersøkelser (Inizan, et al. 1999:100; Pelegrin 1990:16).

En *chaîne opératoire* analyse vil inkludere tre grunnleggende forhold for undersøkelser: de tekniske prosesser som utgjør handlingene, fysiske objekter som har blitt skapt gjennom handlingene, og kunnskapen som er nødvendig for å utføre handlingene (Lemonnier 1980:1).

En *chaîne opératoire* analyse følger hele livssyklusen, og kan derfor følge materialet helt til selve analysen (Inizan, et al. 1999:16). En undersøkelse tar alltid utgangspunkt i et materiale, men det er ikke nødvendig for en *chaîne opératoire* analyse at alle fasene er til stede (Inizan, et al. 1999:16). På en lokalitet kan det i enkelte tilfeller kun være spor av en *chaîne opératoire*, mens en ofte finner fler. Tilstedeværelse eller fravær av enkelte faser eller objekter vil være en viktig del av en analyse (Inizan, et al. 1999:16). For eksempel kan fravær av *cortex* eller skorpedannelse på det litiske avfallet indikere at emner og knoller er preparert et annet sted, for så å bli brakt til lokaliteten (Inizan, et al. 1999:16). Varmepåvirket materiale med *cortex* kan for eksempel bære vitne om bruk av ild til å skape plattform på en knoll. *Chaîne opératoire* vil derfor i undersøkelser kunne gi informasjon om handlingsrekken, samtidig som materialet kan gi informasjon om hvilke handlinger, samt den bakenforliggende kunnskapen som muliggjør handlingene for hvert enkelt objekt (Pelegrin 1990:117-118; Pelegrin, et al. 1988:57-62). Samtidig er dette en del av ulike sosiale prosesser, og materialet bør derfor analyseres både i lys av og med bakgrunn i sosiale prosesser (Lemonnier 1986:154-155).

I *Chaîne opératoire* analysen på de utvalgte lokalitetene vil undersøkelsen fokusere på det brente og varmpåvirkede litiske materialet. *Chaîne opératoire* kan begrenses eller tilpasses både materialet og undersøkelsens utgangspunkt (Dobres 2000:167). Den avgrensede innfallsvinkelen vil kunne belyse en side ved det arkeologiske materialet som ikke er belyst før.

Det er mange måter et materiale kan varmpåvirkes, og den etnologiske litteraturen gir oss ett innblikk i ulike måter ild og varme kan påvirke et litisk arkeologisk materiale. Varmepåvirkning kan inntreffe helt i begynnelsen av en produksjonssekvens. For eksempel gjennom bruk av ild enten alene eller i kombinasjon med vann i bruddvirksomhet. Eller i prepareringsstadiet hvor det er eksempler på bruk av ild for til å “åpne” knoller, og skape plattform til videre bearbeidelse (Binford og O'connell 1984:418; Gould 1976:143). Emnet kan være varmebehandlet (Akerman 1979:145-146; Domanski og Webb 2007), noe som vil

etterlate varmepåvirkede avslag fra redskapsproduksjonen. Deler av materialet kan ha vært en del av en form for ritualisert adferd hvor avslag intensjonelt lagt i ildstedet for å endre farge eller lignende (Jeske, et al. 2010). Etter endt produksjon kan redskapen for eksempel skjeftes en prosess som kan innebefatte bruk av varme. Tilslutt kan også materialet som pilspisser eller lignende havne i ildstedet gjennom mattilberedelse ved at pilspissen for eksempel er igjen i byttet. Redskapsproduksjon kan også foregå i nær tilknytting til et ildsted eller en annen form for varmekilde, som medfører at materialet som tilfeldig havner i varmen vil kunne påvirkes. I alle tilfeller vil en *Chaîne opératoire* analyse kombinert med spredningsanalyser kunne være nyttig for å visualisere det varmepåvirkede materialets utbredelse på de utvalgte lokalitetene.

3.2. Endringsmarkører for varmepåvirket litisk materiale

Den gjennomførte analysen benytter både tidligere dokumenterte endringer, samt endringsmarkører som ble oppdaget under analysen. Endringsmarkører som er benyttet er derfor et produkt av tidligere utførte undersøkelser samt markører tilkommet under prosjektet. Analysen benytter makroskopiske erkjennbare endringer på varmepåvirkede avslag, som blir jamført mot et upåvirket avslag fra samme emne eller knoll (klasse 0).

En makroskopisk undersøkelse gjennomføres uten instrumenter som mikroskop, og kan derfor sies å registrere det som er synlig med det blotte øye, eller eventuelt lupe. Sammenlignet med mikroskopiske undersøkelser hvor man studerer et materiale gjennom mikroskop, er makroskopiske analyser betraktelig raskere enn for eksempel mikroskopiske analyser, men informasjonen man får kan også være mindre (Andrefsky 2005:143).

Analysen innbefatter både materialet fra undersøkelsene og det arkeologiske materialet fra de utvalgte lokalitetene fra Gråfjellprosjektet. I analysen av det arkeologiske materialet er alt innsamlet litisk materiale fra hver enkelt lokalitet undersøkt for å forsøke å identifisere varmepåvirket materialet.

I en nylig gjennomført komparativ analyse, ble makroskopiske erkjennbare endringer på bakgrunn av varmepåvirkning bekreftet gjennom naturvitenskapelige undersøkelser på råstoffet flint. Avvik i utvelgelsen av materialet fremkom i de tilfellene hvor det litiske materialet ikke fremviste makroskopiske erkjennbare endringer og ble bedømt til ikke å være

varmepåvirket, mens det gjennom naturvitenskapelig analyse ble påvist varmepåvirkning. Konklusjonen for undersøkelsen ble at de makroskopiske markørene som benyttes for flint er så sikre at TL analyser på materialet for å undersøke eventuell varmepåvirkning ikke vil utgjøre noen forskjell i tolkningen av boplasser eller det arkeologiske materialet (Richter, et al. 2011). For de alternative råstoffene som er med i denne undersøkelsen er derimot ikke de makroskopiske endringsmarkørene like godt kjent.

Registreringen av hver enkelt endringsmarkør tar ikke opp i seg grader av endring, men forholder seg til om det er fremkommet endringer eller ikke. Ved erkjennbar endring benyttes tallet 1, og nullverdi hvis det ikke har oppstått endring. Denne metoden medfører at forandringer enkelt kan summeres for en totalvurdering, samt at den subjektive vurderingen begrenses. En oversikt over de benyttede endringsmarkørene er presentert i Tabell 1, som også er et eksempel på en gjennomført registrering. I den understående delen skal de ulike endringsmarkørene kort presenteres.

Forklaring til endringsmarkørskjema og referansebilder: Endringsmarkørskjema og bilder av råstoffer varmepåvirket i undersøkelsen. På venstre side endringsmarkørskjema, og på høyre side tilhørende bilde av bergarten. Klasse 0 – 1000 = Temperatur i ovn. 2005 – 2020 = Ildsteds-undersøkelse, hvor 2005 er innerste sone 5 cm fra senter av bål og 2020 er ytterste sone og 20 cm fra senter av bål. Klasse 3100 = avslag brent på 1000 °C i ovn for så å bli lagt i vann. 3600 = avslag brent på 600 °C i ovn for så å bli lagt i vann. Bilder følger samme rekkefølge som skjema

Tabell 1: Eksempel på endringsmarkøranalyse skjema benyttet i oppgaven Skjemaet samler alle endringsmarkører benyttet i analysen. Her vist med Ringsakerkvartsitt, knoll 124.

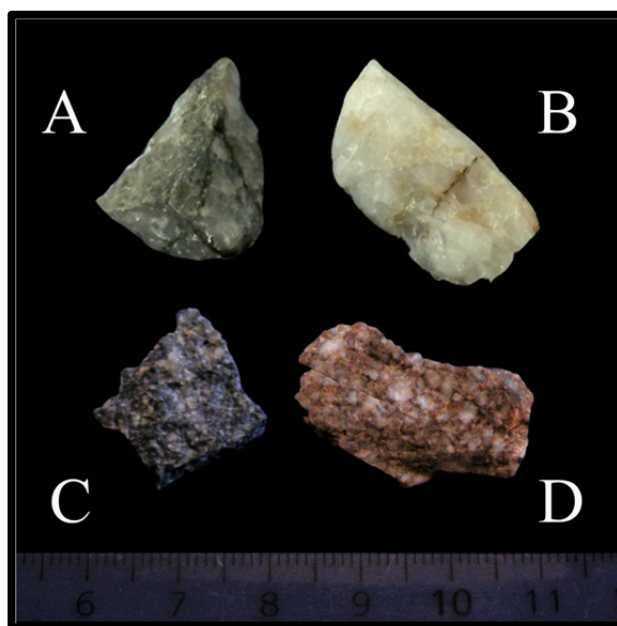
Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Osa. Knoll: 124. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
400	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
600	10R 6/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
800	10R 6/3 (Light Reddish Brown)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6	37,50	14,29	
1000	10R 7/6 (Light Red)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6	37,50	14,29	
2005	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
2010	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
2015	5PB 5/5 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
2020	5PB 5/5 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
3100	10R 7/6 (Light Red)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6	60,00	14,29	
3600	10R 5/4 (Weak Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	40,00	9,52	
		9	8	9	4	0	9	3	0	0	0	0	0	0	42			

Fargeendring: (Figur 4) I referansesamlingen er avslagenes farge notert med *Munsell Color Chart*, som er standard for undersøkelser vedrørende råstoffers fargeendring (Luedtke 1992:71). De faktiske fargene er satt direkte inn i analyseskjemaet, så fargeendringer kan visualiseres i analyseskjemaet i sammenheng med andre endringer uten å måtte ha et eksemplar av *Munsell Color Chart* tilgjengelig for å se fargene. Fargeendring noteres som positivt ved ulikheter i Munsellverdi for avslagets primærfarge for hvert enkelt avslag sammenlignet med originalavslaget.

Rødlig fargeendring: (Figur 4, Figur 8) Rødligfargeendring er analysert på to måter, på bakgrunn av at det kan manifesteres ulikt i materialet: 1) Primærfargen endres enhetlig til å få et rødlig skjær eller en rødlig fargetone, og 2) Det oppstår flekker eller begrenset misfarging i materialet.

Bleket: (Figur 7) For å avgrense fargeendringer ytterligere ble det besluttet å benytte endringsmarkøren bleket, som er underliggende fargeendring, men som viser til at avslaget har blitt bleket eller fått en lysere farge. Denne markøren er ikke det samme som “hvitbrent” flint, og oppstår i hovedsak på kvartsitt.

Kvartsbleking:(Figur 10, Figur 11) I forarbeidet til utformingen av endringsmarkøranalysen ble det oppdaget at det i noen kvartsittknoller oppsto både en bleking eller rødlig fargeendring av avslaget i sin helhet, samt en bleking av kvartskorn som skilte seg ut på avslagenes flater. Kvartsblekingen ses derfor i materialet på to ulike måter. I melkekvarter og kvarts-avslag, hvor materialet som originalt var til dels fargeløst og gjennomsiktig blir helt hvitt og opak, samt i kvartsitter som inneholder større kvartskorn, ansamlinger eller årer av kvarts med de samme endringene.



Figur 11: To ulike former for kvartsbleking. A) Original fra knoll 223, melkekvarter. B) Varmepåvirket avslag fra knoll 223. C) Original fra knoll 182, Ringsakerkvartsitt. D) varmpåvirket avslag fra knoll 182. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Glans: (Figur 9, Figur 12) Glansendring er normalt benyttet som en av endringstypene som oppstår i forbindelse med varmebehandling, men da helst relatert til glansendring på innsiden av råstoffene, som derfor fremtrer etter videre sekundærproduksjon av avslag (Collins og Fenwick 1974:191; Crabtree og Butler 1964:2; Mandeville 1973:137). I arbeidet med disse undersøkelsene ble det klart at det forekom endringer også på utsiden av flere avslag fra ulike bergarter. Glans registreres både ved redusert og økt glans.

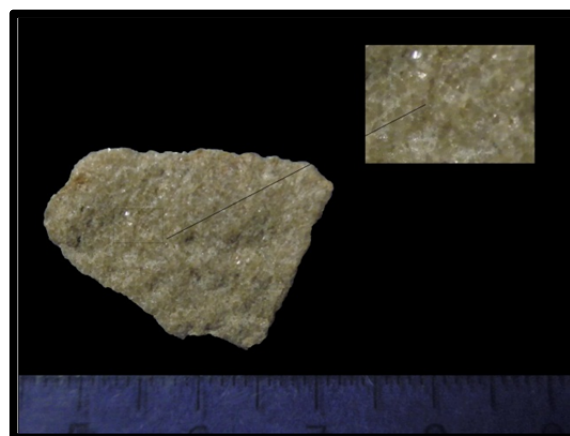


Figur 12: Økt glans. Avslag kan få en økt glans etter varmpåvirkning. Fra venstre upåvirket avslag og varmpåvirket avslag. Knoll 223. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Vokset tekstur: (Figur 9) Flere undersøkelser rapporterer et vokset utseende på litisk materiale som er varmpåvirket (Ahler 1983:4; Collins og Fenwick 1974:137; Rick 1978:19). Oftest er dette satt i sammenheng med varmebehandling, men flere avslag fra referansesamlingen utviser en overgang til å få et voksaktig utseende.

Grovere tekstur: Under arbeidet med de ulike endringsmarkørene og referansematerialet fremsto flere avslag som om de etter varmpåvirkning hadde fått en grovere tekstur. Overflaten kjennes også grovere hvis man drar fingeren langs overflaten. Visuelt vises endringen ved at mineralkorn i råstoffet fremtrer tydeligere, muligens på bakgrunn av at materialer som ligger mellom mineralkorn nedbrytes ved en annen hastighet enn mineralkornene selv, noe som vil kunne frembringe en effekt av denne typen.

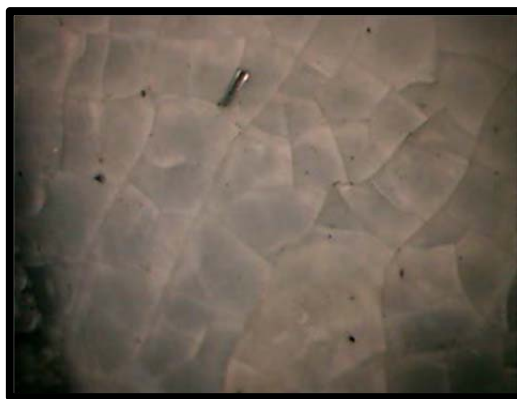
Sukret tekstur: (Figur 13) Endringer av denne typen ble bemerkt på noen eksemplarer etter varmpåvirkning. Det kan derimot også opptre naturlig i ulike råstoffer, men oftest satt i sammenheng med varianter av kalkstein, marmor eller kvartsitt. I råstoffer kan effekten fremtre på bakgrunn av nedbrytning av kalsitt eller silika (Ashurst og Dimes 1998:97, 102,



Figur 13: Sukret tekstur fremkommer på enkelte avslag i undersøkelsen, men er også naturlig i flere bergarter. Foto Joachim Åkerstrøm.

144; Crabtree 1967:11). Forklaringsmodellen kan derfor ses i sammenheng med endringsmarkøren “Grovere tekstur”, hvor sementmateriale som ligger mellom og rundt kvartskorn i råstoffet nedbrytes, og frembringer en visuell effekt av en grovere tekstur. Forskjellen mellom markørene grovere og sukret tekstur ligger i det visuelle hvor et avslag med sukret tekstur vil fremstå som om det faktisk består av små angulære kvartskorn, eller sukkerkorn. Endringen erkjennes på grove råstoffer i referansesamlingen, noe som også er bemerket tidligere i undersøkelser på jaspis, kvarts og kvartsitt (Crabtree 1967:11; Custer og Silber 1995:135; Driscoll og Menuge 2011:2253; Toll 1978:49), samt som en endring som kan forekomme i litiske materialer som er utsatt for høye temperaturer (Collins og Fenwick 1974:38).

Krakelering: (Figur 5d, Figur 14) Krakelering er en velkjent endring som oppstår på finkornede eller kryptokrystalline råstoffer i form av et finmasket nett av frakturer på materialet. Frakturerne er ikke gjennomgående, og forholder seg til materialets overflate (e.g Petraglia 2002:33; Price, et al. 1982:469; Purdy 1975: Figur 6a og 6b; 1981: Figur 2b). Effekten forklares normalt ved ujevn varmfordeling i råstoffet gjennom for eksempel hurtig oppvarming eller nedkjøling (Crabtree og Butler 1964:2).



Figur 14. Eksempel på krakelert flint. Illustrasjon er forstørret x25. Uten skala. Knoll 265. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Potlids: (Figur 5a) *Potlids* gjenkjennes som avspaltninger i materialets ytterside, og etterlater en nedsenkning i originalmaterialet (Figur 5) (Luedtke 1992:97; Purdy 1975:135-136). Formen på nedsenkningen er oftest sirkulær og konveks, mens avspaltningen forholder seg negativt til arret og kan betegnes som sirkulær og konkav (Price, et al. 1982:469). Størrelsen kan variere fra kun være synlig på en mikroskopisk skala (Richter, et al. 2011:854) til makroskopisk som på størrelse med et knapphode eller større (Debano, et al. 1998:271; Patterson 1995:74). Enkelte ganger kan *potlids* også opptre uten forsenkning, men fremstå som en sirkelformet eller ufullendt sirkelformet fraktur på bakgrunn av at eksfolieringen ikke er fullført (Richter, et al. 2011:844). Denne typen fraktur kan ikke produseres ved redskapsfremstilling da den nødvendige energiutviklingen for å oppnå denne effekten er for høy (Cotterell og Kamminga 1987:681).

Orange-peel: (Figur 5b) Råstoff som utsettes for sterk varme over en lengre periode kan utvise det som kalles *orange-peel*, hvor råstoffets flate er dekket med sammenhengende *potlids* (Purdy 1975:139).

Brudd: (Figur 3) Råstoffer sprekker opp og kan få ulike varianter av frakturer når noen forutsetninger møtes. Hovedsakelig relateres frakturer til råstoffets elastisitet og termisk stress, som forekommer ved ujevn oppvarming, hurtig oppvarming eller rask nedkjøling.

Kalsinering: (Figur 5e) Flint som er “hvitbrent” har vært igjennom en kalsineringsprosess, som medfører at materialet blir sprøtt, hvitt og at det faller lett fra hverandre.

4 Undersøkelser på makroskopisk gjenkjennelige endringer ved varmepåvirkning

Undersøkelsene og eksperimentene tar sikte på å kartlegge hvordan produksjonsavfall fra et utvalg litiske råstoffer endres i kontakt med varme, og om eventuelle endringer som inntreffer kan gjenkjennes i et arkeologisk materiale. Det er valgt ut ulike typer med flint, kvarts, kvartsitt og jaspis. Alle råstoffene har vært gjenstand for de samme undersøkelsene og temperaturer. De utvalgte råstoffene er valgt på bakgrunn av den store råstoffvariasjonen som opptrer ved lokalitetene langs Rena elv, og den tilknyttede problematikken til gjenkjennelsen og bruk av varmepåvirkede avslag fra råstofftypene flint, kvartsitt, jaspis og kvarts.

Det ble til sammen utført fire undersøkelser, som på bakgrunn av ulike problemstillinger belyser forskjellige sider ved materialet:

- **Undersøkelser i ovn med bestemte temperaturgradienter.** Denne undersøkelsen begrenser variablene som kan påvirke endringsmarkørene til å gjelde tid og temperatur. Avslag fra hver knoll ble oppvarmet til 200, 400, 600, 800 og 1000 °C.
- **Undersøkelser i ovn kombinert med vann.** Undersøkelsen belyser de ulike råstoffenes endringsgrad relatert til høy temperatur og forskjellige mengder væske. Avslagene ble først oppvarmet til 600 °C og 1000 °C, deretter ble ulike mengde vann øyeblikkelig påført avslagene mens de fortsatt innehadde den bestemte temperaturen.

- **Undersøkelser i ildsted med definerte påvirkningssoner.** Intensjonen med denne undersøkelsen var tredelt. Hovedformålet var å undersøke hvilke reelle endringer som inntreffer på et materiale i et ildsted hvor det er benyttet realistisk teknologi og brensel. Det andre formålet var å frembringe et materiale fra et ildsted, hvor endringer kunne komparativt analyseres opp mot materialet fra ovnsundersøkelsen, og ved hjelp av denne metoden få et detaljert bilde av de ulike råstoffenes endringer. Den siste intensjonen var å kunne uthente mer informasjon om ildstedet, for å se hvor i et ildsted endringer inntreffer, og sammenligne ulikheter i endringsgrad mellom de ulike råstoffene.
- **Enkelt-avslag i ildsted.** Den siste delen av undersøkelsene ble utført fordi det var ønskelig å dokumentere endringsgraden for ulike råstoff på bakgrunn av tid i ild. Med andre ord, hvor lang tid tar det før det oppstår endringer som kan benyttes til å skille et varmepåvirket avslag fra et upåvirket avslag? Til denne undersøkelsen er det foretatt et utvalg fra materialet med utgangspunkt i hver råstoffhovedgruppe, som er ment å kunne gi et representativt bilde av endringer og tiden det tar for endringene å manifesteres i materialet.

4.1. Innsamling av materiale til undersøkelsene

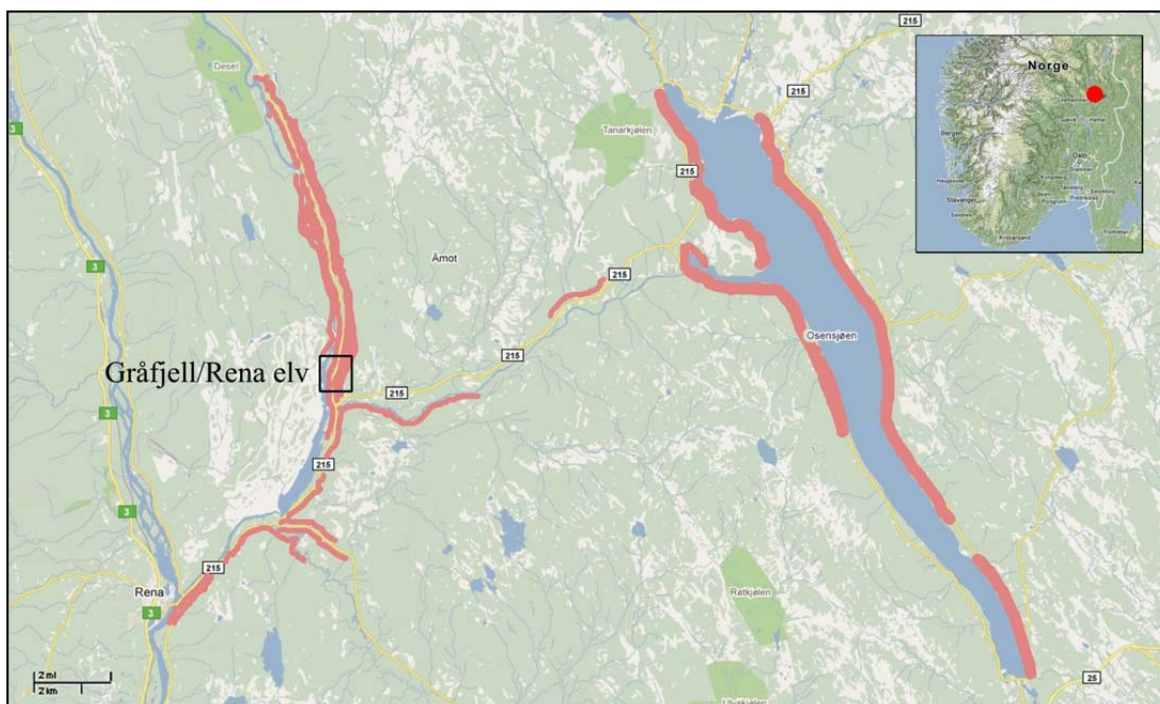
Innsamlingen av råstoff fra Hedmarksområdet ble foretatt i to omganger. Den første innhenting av råstoff ble foretatt rundt Osenjøens bredder noen kilometer fra Rena elv hvor det er kjent at varianter av ringsakerkvartsitt er synlig i berggrunnen (Nystuen og Goffeng 1973:26-27). Her ble det innsamlet flere ulike typer varianter av lokal kvartsitt og noe kvarts. Osenjøen området preges av noe fast fjell, men også områder med morenemasse. I andre omgang ble områdene rundt Rena elv saumfart. Kvartsitt og kvarts ble hentet fra både morene og fast fjell (Figur 15).

De utvalgte råstoffene er tatt med på bakgrunn av materialet som er funnet ved lokalitetene langs Rena elv. Flere av råstofftypene som er benyttet i denne undersøkelsen samstemmer med det arkeologiske materialet med tanke på farge, kornstørrelse, tekstur og type. Særlig viser kvartsittmaterialet fra Gråfjell-undersøkelsene stor variasjon. Det har ikke vært mulig å spore opp samtlige varianter, men enkelte typer har blitt lokalisert. Disse er tatt med i undersøkelsen. Noe av kvartsittmaterialet som er benyttet i eksperimentene er derimot ikke funnet i det arkeologiske materialet, men innehar store likheter. Disse råstoffene er benyttet i eksperimentene for å kunne legge til rette for mer generelle betraktninger rundt endringsmarkørene og eventuell gjenkjennelse av varmepåvirket materiale. Det er til sammen benyttet materiale fra 31 blokker og knoller av kvartsitt, hvorav 5 er melkekquarts, 2 kvartsitt, og 24 er ringsakerkvartsitt. Melkekquartsen benyttet i undersøkelsen er i følge geologiske

definisjoner en kvartsitt, da den er sammensatt av ett eller flere mineraler (Damlien 2010a:52-53).

Flint-materialet som er undersøkt i dette studiet ble samlet inn fra Sverige, Danmark og Vest-Agder. Det er benyttet materiale fra 4 flintknoller (Tabell 2). Flintens egenskaper og endringer ved varmpåvirkning er omfattende undersøkt (e.g. Griffiths, et al. 1987; Luedtke 1992; Purdy 1975; Purdy og Brooks 1971), og kunne derfor benyttes som en referanse for endringer som ville oppstå ved andre råstoffer. I hovedsak er den innsamlede flinten strandflint av ulik kvalitet, mens flinten fra Danmark er uthentet direkte fra kalklaget i hele knoller.

På bakgrunn av oppgavens problemstillinger donerte Gråfjellprosjektet fragmenter av både matt og blank jaspis fra Flendalsbruddet i Trysil. Jaspis materialet skiller seg fra det resterende materialet benyttet i eksperimentene og undersøkelsene, på bakgrunn av at avslagene kommer fra samme brudd, men ikke fra samme emne eller knoll. Fragmentene som ble donert ble sortert etter type, farge og tekstur, slik at materialet skal være tilnærmelsesvis likt. Sorteringen medførte at det ble nok materiale til to relativt homogene grupper: blank jaspis med en mørkerød farge, samt rødblek og matt jaspis (Figur 6). Avslag og fragmenter benyttet av de andre råstoffene er derimot fra samme knoll eller emne, noe som sikrer et større sammenligningsgrunnlag for hver type.



Figur 15: Kart over Rena elv og Osensjøen. Området markert med rødt representerer undersøkt terreng under innsamlingen av råstoffer. Innfelt øverst høyre hjørne oversiktskart over Østlandet med området markert i rødt. Illustrasjon etter maps.google.com.

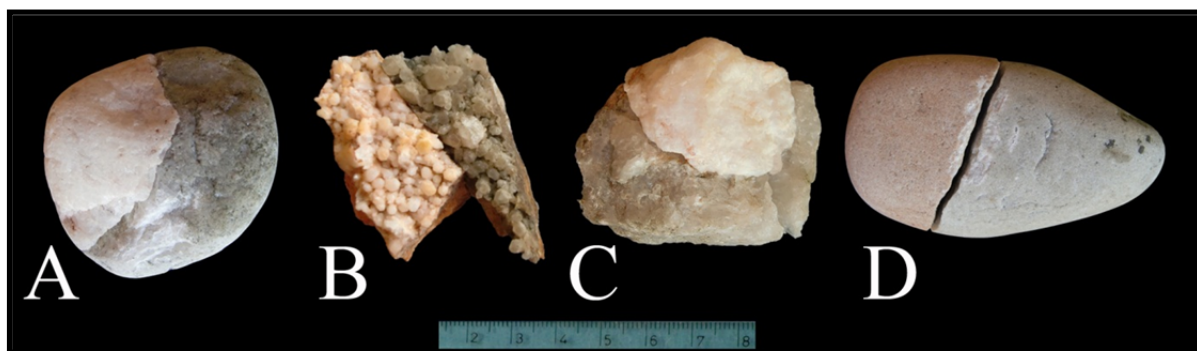
I tillegg ble det fra lokalitetene Melvold og Rødstranda innsamlet noe skjørbrønt stein fra sikre strukturer i form av kokegroper. Under de arkeologiske undersøkelsene ble varmpåvirket stein fra strukturer veid, og samlet på en egnet plass utenfor utgravningsområdet (Damlien, et al. 2010:69). Den skjørbrønte steinen fra strukturene gir en god mulighet for å sammenligne endringsmarkørene som inntreffer ved undersøkelsene og eksperimentene utført i denne oppgaven med et reelt varmpåvirket arkeologisk materiale

Tabell 2: Bergarter benyttet i undersøkelsene sortert etter råstoff.

Type	Kornstørrelse	Munsell	Funnsted	Knoll
Flint fra brudd	Kryptokrystallin	2,5YR 7/1 (Light Reddish Gray)	Danmark	263
Flint fra brudd	Kryptokrystallin	7,5YR 3/2 (Dark Brown)	Danmark	265
Strandflint	Kryptokrystallin	5PB 5/1 (Bluish Gray)	Koster, Sverige	29
Strandflint	Kryptokrystallin	7,5YR 5/1 (Gray)	Vest-Agder, Farsund, Lista	262
Ringsakerkvartsitt	Finkornet	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Holmbo Øst	131
Ringsakerkvartsitt	Finkornet	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rena hoppbake	164
Ringsakerkvartsitt	Finkornet	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Ossjøen	240
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 6/1 (Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rødstranda	61
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rødstranda	66
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 2,5/1 (Bluish Black)	Hedmark, Åmot, Rena sand og grustak	99
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rødsbrua	118
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 5/1 (Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rødsåsen	126
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 5/1 (Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rødstranda	157
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 4/6 (Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Furuset	182
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Furuset	185
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	10R 7/1 (Light Gray)	Hedmark, Åmot, Kolbuåsen Sør	212
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 5/1 (Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Sandtak v/Løpsjøen	216
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 2,5/1 (Bluish Black)	Hedmark, Åmot, Ossjøen	248
Ringsakerkvartsitt	Grovkornet	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Ossjøen	250
Ringsakerkvartsitt	Kryptokrystallin	5PB 2,5/1 (Bluish Black)	Hedmark, Åmot, Ossjøen	242
Ringsakerkvartsitt	Middels kornet	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Osa	124
Ringsakerkvartsitt	Middels kornet	5PB 6/1 (Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Kolbuåsen	132
Ringsakerkvartsitt	Middels kornet	5PB 6/6 (Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Sandtak Løpsjøen Vest	161
Ringsakerkvartsitt	Middels kornet	5PB 3/6 (Very Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Deset	189
Ringsakerkvartsitt	Middels kornet	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Deset	203
Ringsakerkvartsitt	Middels kornet	10R 7/1 (Light Gray)	Hedmark, Åmot, Deset	226
Kvartsitt	Middels kornet	5PB 5/1 (Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Melvold	139
Kvartsitt	Grovkornet	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rødsbrua	213
Melkekvarv	Grovkornet	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rena sand og grustak	106
Melkekvarv	Grovkornet	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rena sand og grustak	116
Melkekvarv	Grovkornet	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rødsbrua	183
Melkekvarv	Grovkornet	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Myggstad	223
Melkekvarv	Middels kornet	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	Hedmark, Åmot, Rødstranda	160
Jaspis, glanset	Finkornet	10R 5/10 (Red)	Hedmark, Trysil, Flendalen	270
Jaspis, matt	Finkornet	5R 6/6 (Light Red)	Hedmark, Trysil, Flendalen	271

4.2. Forberedelser

Det ble foretatt noen enkle undersøkelser før de aktuelle eksperimentene og undersøkelsene ble utført på råstoffer fra Hedmarksområdet. Disse ble utført for å kontrollere utstyr som skulle benyttes i undersøkelsene, samt kontrollere metode for eksperimentene i ovn. Samtidig var det på denne tiden usikkert hvilke endringer som ville fremtre i materialet. Størstedelen av undersøkelser utført med hensikt å kunne gjenkjenne varmepåvirket melkekvarts utkom etter disse eksperimentene, og undersøkelser på kvartsitt gir et svært varierende bilde av hvilke endringer som kan forventes.



Figur 16: Resultater fra innledende undersøkelser, som ble utført for å kartlegge endringspotensialet, samt kontrollere ovn og metode. Temperaturen var satt til 1000 °C. A) Kvartsitt fra Ula, Vestfold. B) Bergkrystall fra Lambertseter Oslo. C) Kvarst fra Son, Akershus. D) Kvartsitt fra Son, Akershus. De varmepåvirkede delene på de sammensatte steinene skiller seg kraftig de upåvirkede delene ved at de enten er blitt opak og melkehvitt eller har antatt en rødlig farge. Foto: Joachim Åkerstrøm

Ovnene som ble benyttet igjennom hele undersøkelsen var en elektrisk keramikk-ovn, hvor varmelementene er montert på sidene i ovnen. Lignende ovnstyper er benyttet i tidligere undersøkelser (e.g. Crabtree og Butler 1964:2; Eriksen 1999:186). Utgangspunktet for de første undersøkelsene var å se om ulike råstoffer ville vise tegn til varmepåvirkning. Det var nødvendig å utsette steinen for så høy varme som mulig, i henhold til temperaturer som kan oppnås i bål. På bakgrunn av tidligere eksperimenter utført på ildsteder (Livingstone Smith 2001:995; Shepard 1956:78; Shepard 1968:83) ble temperaturen bestemt til å være 1000 °C.

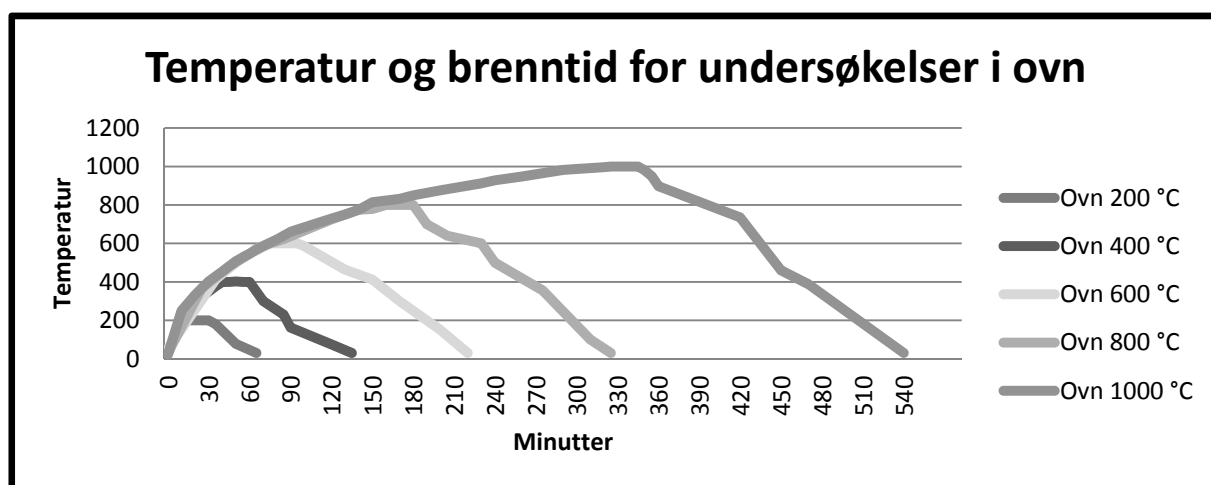
Avslagene som ble produsert til denne undersøkelsen ble fremstilt med knakkesten, altså med realistisk teknologi i henhold til tidsperiode. Dette ble gjort med tanke på helheten i undersøkelsene, samt som en forsikring mot at rester av jern og metall ikke skulle kunne påvirke avslagenes fargeendring i forbindelse med eksperimentene gjennom oksidering av jernpartikler (e.g. Klippel 1970:4; Purdy og Brooks 1971:323; Schindler, et al. 1982:529-

532). Det ble også lagt vekt på at hvert avslag fra hver knoll skulle være tilnærmelsesvis like i størrelse. Undersøkelser har påvist en sammenheng mellom størrelse og for eksempel frakturer (E.g. Crabtree og Butler 1964:2; Mercieca og Hiscock 2008:2635-2637; Purdy 1974:43). I enkelte tilfeller vil størrelsen variere noe, på bakgrunn av at det kunne være små knoller og derfor mindre tilgjengelig råstoff.

I undersøkelsene ble de utvalgte steinprøvene ble lagt ned i ovnen ved romtemperatur. En tynn silikaduk ble lagt over for å hindre spredning av *potlids* eller lignende frakturer, som er kjent fra tidligere eksperimenter på flint (e.g. Fischer 1979; Purdy 1974, 1975). Silikaduken ble plassert slik at det var glipper på siden, og isoleringseffekten kunne holdes til det minimale. Den tynne silikaduken fungerte utmerket til dette formålet. På de prøveeksemplarene som fikk frakturer eller *potlids* ble materiale som normalt kunne vært flere meter unna opphavspunktet, værende tett opptil utgangspunktet slik at det var lett å identifisere original steinen. Det ble også gjennomført ulike tester for å se om det var forskjeller på endring på materialet ettersom hvor i ovnen avslagene ble lagt, om silikaduken påvirket endringsgraden, og om avstanden mellom avslagene påvirket resultatet. Det var ingen forskjeller i materialet etter varmepåvirkning.

4.3. Undersøkelser utført i ovn

Ved påbegynnelse av hver ovnsundersøkelse ble temperaturen i ovnskammeret kontrollert til å inneha romtemperatur. I tilfeller hvor ovnens kammer ikke hadde riktig temperatur ble undersøkelsen utsatt til kammeret var riktig temperert. Underlaget i kammeret ble rengjort med støvsuger, for å hindre at fremmedlegemer eller rester fra tidligere undersøkelser skulle kunne påvirke undersøkelsen.



Figur 17: Temperatur og brenntid for undersøkelser utført i ovn.

Fra hver utvalgt knoll ble ett avslag nedlagt i ovnskammeret og tildekket med silikaduken. Ovnens ble så stilt inn på riktig temperatur. Under alle undersøkelsene ble temperaturen dokumentert underveis (Figur 17). Når ovnens programsyklus var fullført, og ovnskammeret igjen innehadde romtemperatur ble silikaduken forsiktig løftet vekk, og avslagene varsomt tatt ut av ovnskammeret.

Undersøkelsene tilknyttet spesifikke temperaturer utført i den elektriske ovnen innebefatter ovnstemperaturer på 200 °C, 400 °C, 600 °C, 800 °C, og 1000 °C, samt enkelte brenninger for å lokalisere når endringene inntreffer.

4.4. Undersøkelser i ovn kombinert med vann

Ved gjennomføringen av disse undersøkelsene ble prepareringen av ovnens underlag, nedleggelse av avslag og plassering av silikaduken utført på identisk vis som tidligere beskrevet for de temperaturspesifikke undersøkelsene. Prosedyren ble kun endret ved uttak av avslagene, som ble utført når ovnsprogrammet hadde holdt den bestemte temperaturgradienten i 20 minutter. På dette tidspunktet ble ovnen åpnet, og avslagene hurtig uthentet. Den videre metoden for hver undersøkelse blir beskrevet spesifikt for hvert eksperiment. Temperaturen på vannet som ble benyttet var romtemperatur.

I det første eksperimentet ble avslagene etter uthenting påført vann i form av små dråper. Påføringen av vann ble utført med en nøyre rengjort sprayflaske med innstillbar dyse. Vannet ble sprayet ut av dysen i en mengde og hastighet som var ment å simulere et lett regnskyll, med liten dråpestørrelse. Effekten av det påførte vannet resulterte ikke i erkjennbare endringer på avslagene. Vannet fordampet øyeblikkelig, og avslagets temperatur sank så raskt at fordampningen av det påførte vannet sluttet etter 5 sekunder.

I det andre eksperimentet ble vanndråpestørrelsen økt noe. Det ble benyttet samme sprayflaske og metode som beskrevet over. Effekten av vannet i dette eksperimentet medførte heller ingen erkjennbare endringer, og avslagene mistet fort varmen. For det tredje eksperimentet ble det benyttet dråpeteller. Størrelsen på dråpene kan karakteriseres som ”vanlig regn”. Det var ingen erkjennbare endringer på avslagene etter dette forsøket.

Ingen av avslagene fra de overnevnte eksperimentene er benyttet i referansesamlingen, i og med at det ikke resulterte i erkjennbare endringer på avslagene.

Det siste eksperimentet i denne serien undersøkelser ble utført med vannbeholder. Etter uthenting av avslagene ble hvert avslag sluppet i en individuell vannbeholder. Avslagene benyttet i denne undersøkelsen er tatt med i referansesamlingen. Materialet fra disse undersøkelsene er i tabellmaterialet kategorisert som klasse 3600, for avslag oppvarmet til 600 °C for så å bli sluppet i vannbeholder, og klasse 3100, for avslag varmet til 1000 °C og sluppet i vann.

4.5. Undersøkelser i ildsted

Hensikten med dette eksperimentet var å påvirke avslag av ulike råstoffer ved hjelp av realistisk teknologi slik at disse kunne sammenlignes med undersøkelsene utført i ovn, og materialet fra de utvalgte lokalitetene fra Gråfjellprosjektet. Det er benyttet de samme råstoffene og knoller i både ovnsundersøkelsene og båleteksperimentene.

Temperatur og luftfuktighet ble målt med en værstasjon som var satt opp ved bålplassen. Forholdene var relativt jevne, sol og delvis skyet og noe vind. Gjennomsnittlig lufttemperatur ble målt til 8 °C, og relativ luftfuktighet til 62 %. Målingene er kontrollert opp mot målestasjonen i Ås, Akershus, som ligger 1,3 mil unna undersøkelsesområdet (Bioforsk 2010). Underlaget for bålet kan karakteriseres som en blanding av sand og jord.

I undersøkelsene ble det benyttet en termometer av type Center 301 med tilkoblingsmuligheter for to type K sonder. Termometeren har en nøyaktighet på $\pm 0.1\% + 0.7^\circ\text{C}$, og en oppløsning på 0,1 °C. Øvre temperaturgrense for termometeren er 1370 °C, og 1200 °C for temperatursensorene. Det var viktig å finne utstyr som kunne tåle temperaturer opp mot 1000 °C, da det har vært eksempler hvor temperaturundersøkelser utført på bål har blitt avbrutt på bakgrunn av at det valgte utstyret ikke har tålt de oppnådde temperaturene (e.g. Gonick 2003:148).

Området hvor eksperimentene skulle utføres ble ryddet for småstein, slik at det ikke skulle oppstå feilkilder. Før oppbyggingen av ildstedet med valgt brensel ble sensorledning lagt under bålplassen i en sjakt som var ca. 10 cm dyp som gikk fra bålcenter og ut til termometer. Sjakten ble tildekket etter nedleggelse av ledning med original-massene.

Temperatursensor ble satt slik at den sto vertikalt i bålsenter med 5 cm av sensor stikkende opp fra jordoverflaten. Dette ble gjort på bakgrunn av at isolasjonsmaterialet på ledningen ikke tåler de samme temperaturene som sondene, og fordi temperatursonden måtte være i bålets senter under undersøkelsene for å kunne måle temperaturer kontinuerlig. Tidligere temperaturmålinger utført i forbindelse med bålundersøkelser hvor det er benyttet nåletre som brensel har vist at jord og sand isolerer i den grad at det på -2 cm under jordoverflaten er dokumentert temperaturer til 226,0 °C, og -5 cm til 105,7 °C i et bål hvor høyeste målte temperatur i ildstedet var 739,8 °C (Buenger 2003:85-86).

De første tresortene som kom til Hedemarksområdene var einer, bjørk, hassel, furu og or. I den aktuelle tidsperioden for undersøkelsene domineres skogområdene av furu og bjørk, men med innslag av hassel og or. Andre treslag har vært til stede, men i mindre grad (Figur 5a, 5b, og 6 i Høeg 1996:20-22). I eksperimentene er det derfor hovedsakelig furu som er benyttet, men det er også anvendt små mengder or. Dette er av betydning for eksperimentene da tresorter brenner med ulik energiutvikling, og derfor også utvikler ulik temperatur.

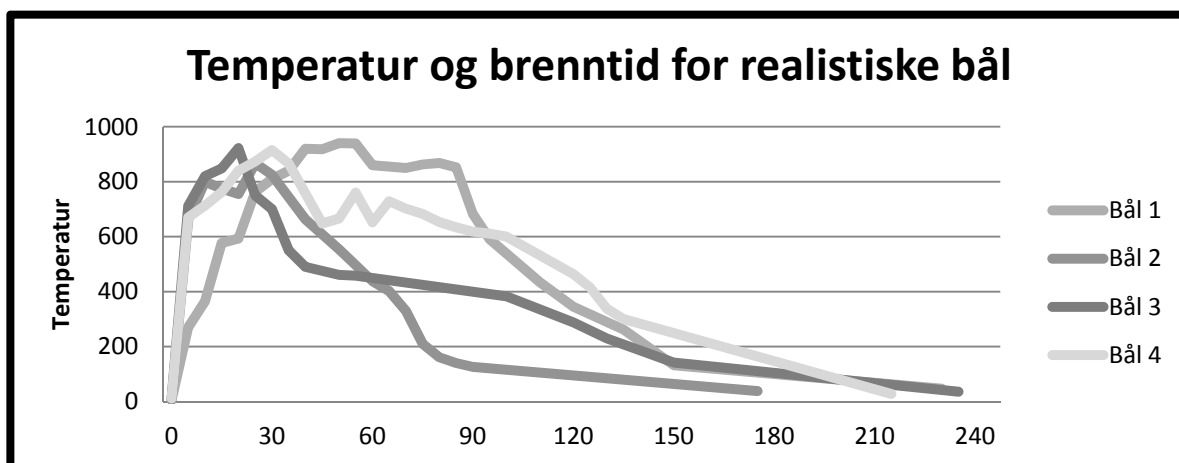


Figur 18. Bilder fra bålksperimentene. A) Avslagene er lagt ut på linjer med 5 cm avstand. B) Bålkonstruksjon like etter opptenning. C) Eksempel på utbrent bål. D) Ildstedet etter at det er utbrent, og ryddet for aske og kull. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Brensel til eksperimentene ble hentet i skogområdene rundt bålplassen. Det ble gjort forsøk på å finne tørr eller gammel ved, da fuktigheten i brenselet er av stor betydning for energiutviklingen. Furu vil ved 20 % fuktighet i treverket inneha en effektiv brennverdi på 2260 kWh / fm³, mens det ved 50 % fuktighet har en effektiv brennverdi på 2030 kWh / fm³ (Høyland 2010). Størrelse og tykkelse på brensel benyttet kan beskrives som fra kvist til å inneha maksimum diameter på rundt 8 cm.

Til opptenning ble det benyttet tørt gress, løv og småkvist, som ble samlet sammen fra området rundt bålplassen. Brensel ble lagt direkte på jordoverflaten i sirkulær form med temperatursensor som senter. Brensel ble plassert i en opp ned kjegleform, hvor topp av kjegle var plassert i en vertikal linje over sensor (Figur 18). Temperatur-sonden ble definert som sentrum for bålplassen. Ut fra sonden ble det strukket linjer på 40 cm med en målestokk, hvor avslag fra hver utvalgte knoll ble plassert på hver 5. cm. Gjennomsnittlig avslag-størrelse var på ca. 2 cm, noe som medfører omtrentlig 3 cm avstand mellom hvert avslag (Figur 18). Bakgrunnen for plasseringen var for å kunne kvantifisere endringene for hvert råstoff og avslag i forhold til ildstedets senter, slik at det i analysen av materialet kunne benyttes endringssoner for ildstedene fra undersøkelsene. Etter plassering av avslag ble bålet tent.

Temperaturmålinger ble foretatt kontinuerlig igjennom hele undersøkelsen til bålet var utbrent, og temperaturen hadde falt til under 20 °C (Figur 19). Rydding av ildstedet ble utført ved først å plukke vekk større kullbiter, så aske og mindre kullbiter (Figur 18).



Figur 19. Temperatur og brenntid for realistisk bål.

Avslagene som er tatt med i referansesamlingen er organisert etter avstand fra bålcenter: i avstand fra senter av bål: 5 cm (Klasse 2005), 10 cm (Klasse 2010), 15 cm (Klasse 2015), og 20 cm (Klasse 2020). Avslagene utenfor denne rekkevidden av bålet ble ikke påvirket, og viste ingen makroskopiske tegn til endring, og er derfor ikke benyttet i referansesamlingen og analyser.

Det er gjennomført undersøkelser i ovn, ildsted, og undersøkelser for å kartlegge endringer på de ulike råstoffene når høye temperaturer kombineres med vann. Resultatene fra alle undersøkelsene blir presentert samlet for hver råstoffgruppe, med en sammenfattende del til slutt. Et utvalg av materialet vil bli presentert fullstendig, med endringsmarkøranalyse, bilder og statistikk. Det fullstendige datamaterialet er presentert i vedlegg 1.

5 Resultater med vekt på endringsmarkører

5.1. Flint

Flintens endringer relatert til varmpåvirkning er som tidligere beskrevet godt kjent (Patterson 1995; e.g Purdy 1975; Richter, et al. 2011). Råstoffet ble allikevel tatt med i undersøkelsene, da det på bakgrunn av de godt dokumenterte karaktertrekkene ved varmpåvirkning kan fungere som sammenligningsgrunnlag, samt belyse ulikheter i endringene sammenlignet med kvarts, kvartsitt, og jaspis.

Tabell 3 presenterer de ulike endringsmarkørene for hver undersøkelsesklasse for råstoffet flint. Tabellen er en oversikt over de summerte endringene som forekommer i hver undersøkelsesklasse omregnet til prosent. Totalt omfatter undersøkelsen avslag fra fire ulike flintknoller.

Tabell 3: Samlet endringsmarkøranalyse for flint: Summerte endringer og prosentvis fremstilling av flintmaterialet fra undersøkelsene.

Klasse	Farge- endring	Rødlig	Bleket	Kvarts- bleket	Økt Glans	Redusert glans	Vokset tekstur	Grov tekstur	Sukret	Krakel- ering	Potlids	Brudd	Orange- peel	Kalsinert	Total	Antall
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	4
200	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	4
400	50,00	25,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	25,00	25,00	50,00	0,00	0,00	9	4
600	75,00	25,00	25,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	75,00	50,00	100,00	0,00	0,00	17	4
800	100,00	50,00	50,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	75,00	75,00	100,00	50,00	50,00	25	4
1000	100,00	25,00	100,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	75,00	75,00	100,00	50,00	75,00	27	4
2005	75,00	25,00	25,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00	75,00	100,00	75,00	0,00	22	4
2010	100,00	25,00	50,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00	75,00	100,00	100,00	25,00	26	4
2015	100,00	25,00	50,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	100,00	50,00	25,00	21	4
2020	25,00	0,00	25,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	25,00	50,00	50,00	25,00	0,00	11	4
3600	100,00	50,00	75,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	50,00	75,00	75,00	50,00	25,00	23	4
3100	100,00	50,00	100,00	0,00	0,00	75,00	25,00	0,00	0,00	75,00	75,00	75,00	50,00	75,00	28	4

Tabell 5: Endringsmarkøranalyse for flint fra Koster, Sverige. Knoll 29.

Geo. type: Flint. Tekstur: Kryptokrystallin. Sted: Koster, Sverige. Knoll: 29. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts Glans	+	- Glans	Vokset tekstur	+Gro tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9,09	3,92
400	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	13,64	5,88
600	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	5	22,73	9,80
800	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	5	22,73	9,80
1000	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	7	31,82	13,73
2005	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	5	29,41	9,80
2010	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	5	29,41	9,80
2015	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	23,53	7,84
2020	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17,65	5,88
3100	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	6	50,00	11,76
3600	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	6	50,00	11,76
		11	0	5	0	0	11	0	0	0	6	4	9	2	3	51		

Tabell 4: Endringsmarkøranalyse for flint fra Lista, Vest-Agder, Norge. Knoll 262.

Geo. type: Flint. Tekstur: Kryptokrystallin. Sted: Vest-Agder, Farsund, Lista. Knoll: 262. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts Glans	+	- Glans	Vokset tekstur	+Gro tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	7.5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	7.5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	7.5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	7.5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	3	15,00	5,26
800	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	9	45,00	15,79
1000	N 9.5/1 (White)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	40,00	14,04
2005	7.5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4	20,00	7,02
2010	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	7	35,00	12,28
2015	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	6	30,00	10,53
2020	7.5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3	15,00	5,26
3100	N 9.5/1 (White)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	9	52,94	15,79
3600	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	8	47,06	14,04
		6	3	5	0	0	9	0	0	0	8	8	9	6	3	57		

Tabell 6: Endringsmarkøranalyse for flint fra Køge, Danmark. Knoll 265.

Geo. type: Flint. Tekstur: Kryptokrystallin. Sted: Danmark. Knoll: 265. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts Glans	+	- Glans	Vokset tekstur	+Gro tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	7.5YR 3/2 (Dark Brown)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	7.5YR 3/2 (Dark Brown)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	7.5YR 3/2 (Dark Brown)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4	15,38	5,80
600	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	6	23,08	8,70
800	N 9/1 (White)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	30,77	11,59
1000	N 9/1 (White)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	30,77	11,59
2005	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	7	25,00	10,14
2010	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	28,57	11,59
2015	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	28,57	11,59
2020	7.5YR 3/2 (Dark Brown)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	5	17,86	7,25
3100	N 9/1 (White)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	53,33	11,59
3600	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	7	46,67	10,14
		8	0	8	0	0	10	0	0	0	10	10	10	8	5	69		

Flint fra Koster, Sverige (Knoll 29)

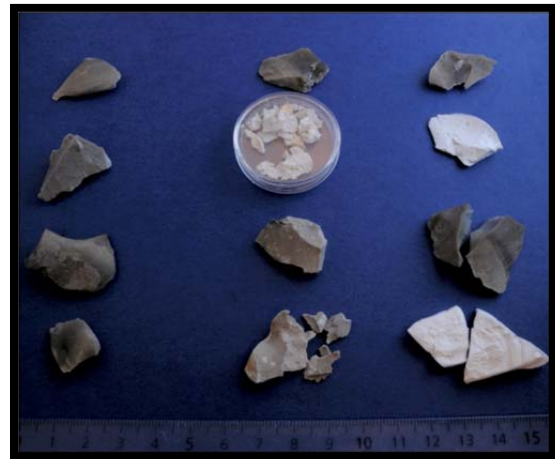
- 200 – 400 °C: Fargeendring, mindre glans, og brudd.
- 600–1000 °C: Fargeendring, redusert glans, krakelering, *potlids*, samt brudd.
- Bål: Hovedsakelig endring 5-15 cm i form av Fargeendring, redusert glans, krakelering, brudd og *orange-peel*.
- Vann: Fargeendring, redusert glans, krakelering, brudd, og kalsinering. Endringene er samsvarende med undersøkelsene på 600 °C og 1000 °C uten vann.



Figur 20: Materiale fra referansesamling. Flint fra Koster, Sverige. Knoll 29.

Flint fra Lista, Vest-Agder (Knoll 262)

- 0–400 °C: Ingen endring
- 600: Redusert glans, krakelering og brudd.
- 800–1000 °C: Avslag kalsineres, og det oppstår brudd, *orange-peel* og *potlids*.
- Vann og varme: Fargeendring, matt, krakelert, *potlid*, *orange-peel*, kalsinering på 1000 °C
- Bål: Størst endring opptrer ved 10 og 15 cm fra bålsets senter i form av *orange-peel*, brudd, *potlid*, mindre glans og krakelering.



Figur 21. Materiale fra referansesamling. Flint fra Lista, Vest-Agder. Knoll 262.

Flint fra Køge, Danmark (K265)

- 400 °C: Matt, krakelering og gjennomgående horisontalt brudd.
- 600 °C: Bleket, redusert glans, krakelering, *potlids*, samt brudd.
- 800–1000 °C: Kalsinert, redusert glans, krakelert, og *orange-peel*.
- Vann: Samsvarende med gruppe uten vann.
- Bål: 5 – 20 cm: Bleket, redusert glans, krakelert, og *orange-peel*.



Figur 22. Materiale fra referansesamling. Flint fra Køge, Danmark. Knoll 265.

Materialet som er med i disse undersøkelsene begynner allerede ved 200 °C å endres i form av redusert glans og fargeendring. Ved 400 °C inntreffer de første karakteristiske og sikre forandringene i form av krakelering, *potlids*, brudd og redusert glans, i tillegg til fargeendring og en rødlig farge som har sin bakgrunn i utskillelse av jernoksider (e.g Purdy og Brooks 1971:323; Schindler, et al. 1982:529).

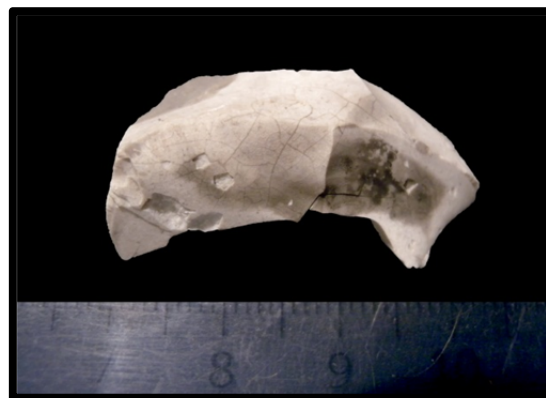
Ved 600 °C dobles nesten det totale antall endringer for flinten, og en større andel av materialet gjennomgår forandringer i form av fargeendring, redusert glans, krakelering, *potlids*, og brudd. For denne temperaturgradienten utvises det 50 % endringer eller mer for de nevnte endringsmarkørene totalt i materialet, mens det for endringsmarkøren bleket kun er ett avslag som innehar denne markøren.

For 800 °C og 1000 °C kan markørene presenteres samlet. Endringsgraden er på disse temperaturene relativt homogene. En sammenligning mellom 600 °C og 1000 °C viser nesten en dobling av de summerte endringsmarkørene. Materialet utviser alle de tidligere nevnte endringene, men i tillegg kommer også kalsinering, eller “hvitbrent”, samt *orange-peel* (Purdy 1975:139).

I undersøkelsen med vann og temperaturer, kan det se ut til at endringsgraden øker, sammenlignet med tilsvarende temperaturgradient uten vann. En sammenligning mellom klasse 600 og 3600 viser respektivt 16 og 23 endringer. Klasse 3600 viser i så måte større likhet med materialet som ble utsatt for 800 °C. For avslag som ble varmet til 1000 °C, for så å nedlegges i vann er endringstrekkene i samsvar med avslag utsatt for samme temperatur uten vann, selv om dette er den undersøkelsesgruppen med høyest endringsgrad av samtlige grupper for flint. Vannet fungerer som en akselerator, som påvirker endringsgraden for flint oppvarmet til 600 °C, men utgjør en minimal forskjell for avslagene i klasse 3100.

I bålundersøkelsene ble det nesten øyeblikkelig lagt merke til en form for klikkelyd, i form av en høyfrekvent noen ganger nesten klingende lyd. Med stor sannsynlighet kan dette tilskrives frakturer av forskjellige typer som krakelering, *potlids* (Purdy 1975:136). Fenomenet ble undersøkt nærmere i undersøkelsene hvor ett og ett avslag ble plassert i den glødende delen av ildstedet. I denne delen av eksperimentene ble ett avslag fra knoll 265 plassert i ildstedet (Figur 23). Tikkelyder fremkom etter 36 sek. (700 °C), samt at det oppsto frakturer i avslaget. Ved 50 sek. (696 °C) hadde avslaget fått karakteristisk matt overflate. Når det var passert 1.25

min. (703 °C) var det fortsatt hørbare tikkelyder, samt at avslaget nå hadde *potlids*. Ved 2.30 min. (685 °C) Var avslaget helt oppsprukket på bakgrunn av krakelering, frakturer og *potlids*. Avslaget ble tatt ut etter 3 min (678 °C) og hadde da antatt en lysegrå hvitbrent farge. Endringene som forekom i denne undersøkelsen er sammenlignbart med endringsmarkørene som inntreffer i klasse 2010, 10 cm fra ildstedets senter.



Figur 23. Enkelt avslag av flint fra knoll 265 lagt i bål. Avslaget har fått krakelering, *potlids*, og er kalsinert. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Endringsgraden fra ildstedsundersøkelsene sammenfaller i hovedsak med ovnsundersøkelsene på 800 °C, og de tre innerste bålsonene utviser en summert endringsgrad på over 20 hver for seg. For den ytterste sonen er endringsgraden halvert, men endringene som forekommer er i kraft av å være godt kjente og sikre endringsmarkører for varmepåvirkning, som *potlids* og krakelering, mulig å benytte i analyser (Richter, et al. 2011:850-855). For flintens del utvises det derfor endringer som kan benyttes i analysen i samtlige bålsoner. Flinten i disse undersøkelsene sammenfaller med resultater fra tidligere undersøkelser på varmepåvirket flint. Det samlede materialet fra de ulike undersøkelsesgruppene for flint viser en jevn økning av endringer i materialet i takt med økt temperaturgradient.

5.2. Melkekvarts

I ovnsundersøkelsene er det minimalt med endringer opptil 600 °C. Ett avslag fra knoll 223 utviser fargeendring gjennom endringsmarkøren kvartsbleket ved 400 °C, men ikke i den grad at avslaget med sikkerhet ville blitt utskilt i en analyse (Tabell 8; Figur 26). Avslaget er ikke melkehvitt, som ses i avslagene som er utsatt for høyere temperaturer, men innehar en lett grålig farge, som innebærer at det ikke er utviklet nok mikrofrakturer til å frembringe den melkehvite fargen (Driscoll og Menuge 2011:2256-2257). Avslaget fremstår derfor fortsatt som til dels glassaktig og gjennomskinnelig. Ved 600 °C endres avslagene dramatisk. Samtlige erkjennbare endringsmarkører som fremkommer for kvartsgruppen er erkjennbare på denne temperaturgradienten. 80 % av avslagene kvartsblekes og får utskilt jernoksider. 40 % av avslagene får en økt glans, mens det for 20 % er en redusert glans, samt vokset eller

sukret tekstur. Det er stor forskjell i endringsgraden for materialet fra klasse 400 og klasse 600. Hvor det på avslagene fra temperaturgradienten 400 °C fremkommer 3 endringer totalt, er det 22 for materialet fra 600 °C. Temperaturgradienten 600 °C fremstår som en terskel for kvartsgruppen, hvor det fremkommer kraftige endringer

Tabell 7: Samlet endringsmarkøranalyse for melkekvarter: Summerte endringer og prosentvis fremstilling av melkekvartermaterialet fra undersøkelsene.

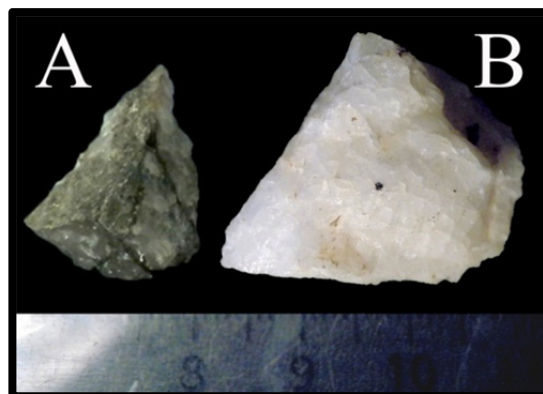
Klasse	Farge- endring	Rødlig	Bleket	Kvarts- bleket	Økt Glans	Redusert glans	Vokset tekstur	Grov tekstur	Sukret	Krakel- ering	Potlids	Brudd	Orange- peel	Kalsinert	Total	Antall
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	5
200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	5
400	20,00	0,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3	5
600	100,00	80,00	80,00	80,00	40,00	20,00	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22	5
800	100,00	80,00	80,00	100,00	60,00	40,00	60,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27	5
1000	100,00	80,00	80,00	100,00	60,00	40,00	60,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27	5
2005	80,00	40,00	60,00	80,00	40,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17	5
2010	100,00	80,00	80,00	100,00	40,00	60,00	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25	5
2015	80,00	80,00	60,00	80,00	40,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19	5
2020	40,00	20,00	20,00	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6	5
3600	80,00	80,00	80,00	100,00	60,00	60,00	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	26	5
3100	80,00	80,00	80,00	100,00	60,00	60,00	20,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25	5

Ved høyere temperaturer (800 til 1000 °C) endres kvartsens glans på 100 % av avslagene, men dette går begge veier, både økt og redusert glans. Over halvparten av avslagene i ovnsundersøkelsen får en vokset tekstur, men dette vises kun innslagsvis i bålundersøkelsene i 10 cm sonen (klasse 2010). Materialets endringer i bålundersøkelsene sammenlignet med undersøkelsene i ovn er svært like i henhold til både endringsmarkører og den totale endringsgraden for hver enkelt klasse.

Ovnsundersøkelsene gir i så måte et godt bilde av hvordan kvartsen endres, samt hvilke temperaturer som er nødvendig for å kunne frembringe en endring som er så omfattende at et avslag med sikkerhet kan sies å være varmepåvirket. Disse endringene inntreffer først ved 600 °C, og fortsetter opp til 1000 °C. De samme endringene fremkommer i materialet fra ildstedet, men ikke over hele ildstedets flate. I ildstedet omfatter kvartsblekingen 100 % i klasse 2010, og litt mindre i klasse 2005 og 2015 (80%). I ytterkanten av bålet (2020) er kun ett avslag varmepåvirket i den grad at det er kvartsbleket, og det er fra samme knoll (Knoll 223) som endret seg ved 400 °C. Også på avslaget fra ildstedet er det fortsatt synlige grålige kvartsområder. Dette avslaget er i større grad påvirket av varme enn avslaget fra klasse 400, men ikke nok til sikkert å skilles ut som varmepåvirket.

Det er tydelig utfra ovnsundersøkelsene at terskelverdien for endringer i ovnsundersøkelsen fremtrer ved 600 °C. For å bestemme nærmere ved hvilken temperaturgradient endringene inntreffer ble det utført undersøkelser på andre temperaturer. I disse fremkom det at melkekvartsen benyttet i eksperimentene endres gradvis fra 500 °C, den distinkte melkehvite og opake fremtoningen fremtrer allerede ved 550 °C.

I undersøkelsen hvor det ble lagt et enkelt avslag i ildstedet kunne også hastigheten på endringene dokumenteres. Det ble benyttet et upåvirket avslag fra knoll 223. Avslaget lagt inn i midten av ildsted ved 745 °C. Avslaget begynte å bleke øyeblikkelig, og var blitt melkehvitt, nesten selvlysende i ildstedet etter 30 sek. (767 °C). Avslaget ble tatt ut etter 3 min. (752 °C), da med en synlig økning av frakturer, og små rødlige misfarginger samlet i enkelte frakturer.



Figur 24: Endringer fra undersøkelsen hvor et enkelt avslag av melkekvarts fra knoll 223 ble lagt i bål. A) Original. B) Varmepåvirket i bål hvor avslaget er endret til å bli melkehvitt og opakt med synlige frakturer i materialet. Foto: Joachim Åkerstrøm.

I undersøkelsene skiller endringsmarkøren sukret seg ut ved å inntreffe på kun et fåtall av avslagene. Denne formen for tekstur opptrer også naturlig i noen typer melkekvarts (Ballin 2008:45), og er derfor å regne som en lite sikker markør.

Under disse undersøkelsene fremkommer det at varmpåvirket kvarts må gjenkjennes på bakgrunn av andre kriterier enn flint og andre kryptokrystalline eller finkornede råstoffer som er undersøkt tidligere (e.g. Patterson 1995; Purdy 1975). Ingen av kvartsavslagene kalsineres, får *potlids* eller *orange-peel* (Tabell 7). Det kan også diskuteres om krakelering er et korrekt begrep å benytte på frakturene som oppstår i kvartsmaterialet ved høyere temperaturer, da frakturene kan gå dypt, og krakelering regnes som en overflateskade. Sammenlignet med flint, er det andre kriterier for gjenkjennelse av varmpåvirket kvartsmateriale. Kvartsen endres hovedsakelig gjennom endringsmarkøren kvartsbleket som gir materialet en melkehvit og ugjennomsiktig fremtoning. Utfelling av jernoksider kan gi et rødlig og flekket utseende, på bakgrunn av frakturer som oppstår når inklusjonsvæske presses ut av materiale i påvirkningstiden.

Tabell 10: Endringsmarkøranalyse for melkekvarts fra Åmot, Hedmark. knoll 106.

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: C (melkekvarts). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 2. Sted: Hedmark, Åmot, Rena sand og grustak. Knoll: 106. Serie:1																			
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts Glans	+	-	Vokset +Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total		
0	SPB 8/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
200	SPB 8/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
400	SPB 8/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
600	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	23,08	8,57		
800	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	38,46	14,29		
1000	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	38,46	14,29		
2005	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	33,33	11,43		
2010	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	33,33	11,43		
2015	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	25,00	8,57		
2020	N 9/1 (White)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,33	2,86		
3100	N 9/1 (White)	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	14,29		
3600	N 9/1 (White)	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	14,29		
		9	0	8	8	2	6	2	0	0	0	0	0	0	35				

Tabell 8: Endringsmarkøranalyse for melkekvarts fra Åmot, Hedmark. knoll 223.

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: C (melkekvarts). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 3. Sted: Hedmark, Åmot, Myggstad. Knoll: 223. Serie:1																			
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts Glans	+	-	Vokset +Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total		
0	SPB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
200	SPB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
400	SPB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	16,67	6,25		
600	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	27,78	10,42		
800	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	27,78	10,42		
1000	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	27,78	10,42		
2005	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25,00	10,42		
2010	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25,00	10,42		
2015	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25,00	10,42		
2020	SPB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25,00	10,42		
3100	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	10,42		
3600	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	10,42		
		10	9	10	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	48				

Tabell 9 Endringsmarkøranalyse for melkekvarts fra Åmot, Hedmark. Knoll 116.

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: C (melkekvarts). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 5. Sted: Hedmark, Åmot, Rena sand og grustak. Knoll: 116. Serie:1																			
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts Glans	+	-	Vokset +Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total		
0	SPB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
200	SPB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
400	SPB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
600	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	33,33	13,64		
800	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	33,33	13,64		
1000	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	33,33	13,64		
2005	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	42,86	13,64		
2010	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	42,86	13,64		
2015	SPB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14,29	4,55		
2020	SPB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00		
3100	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	50,00	13,64		
3600	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	50,00	13,64		
		7	8	7	7	8	0	7	0	0	0	0	0	0	44				

Melkekvarter fra Åmot, Hedmark, Knoll 106

- 0 – 400 °C: Ingen endring
- 600 °C: Fargeendring gjennom kvartsbleking.
- 800 – 1000 °C: Kvartsbleking, vokset tekstur og redusert glans
- Vann og varme: Kvartsbleket, samt redusert glans.
- Bål 10 cm: kvartsbleket, ellers ingen endring.



Figur 25. Materiale fra referansesamling. Melkekvarter fra Åmot, Hedmark. Knoll 106. Foto: Joachim Åkerstrøm

Melkekvarter fra Åmot, Hedmark, knoll 223

- 0 – 200 °C: Ingen endring
- 400 °C: Kvartsbleket
- 600 – 1000 °C: Kvartsbleket rødfarge langs sprekker og økt glans.
- Bål 5 – 15 cm: Kvartsbleket med rødlig farge langs sprekker, samt økt glans.
- Vann og varme: Kvartsbleket med rødfarge lange sprekker og økt glans.



Figur 26. Materiale fra referansesamling. Melkekvarter fra Åmot, Hedmark. Knoll 223. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Melkekvarter fra Åmot, Hedmark, knoll 116

- 0 – 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Kvartsbleket, vokset tekstur, rødlig og økt glans.
- Vann og varme: Kvartsbleket, vokset tekstur, rødlig og økt glans
- Bål: 5 – 10 cm: Kvartsbleket, vokset tekstur, rødlig og økt glans.
- Bål 15 cm: rødlig, samt økt glans
- Bål 20 cm: Ingen endring.



Figur 27. Materiale fra referansesamling. Melkekvarter fra Åmot, Hedmark. knoll 116. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Hematitt som skilles ut på bakgrunn av varmpåvirkning samles derfor rundt enkelte områder, og kan til en viss grad skilles fra eventuell jernoksidering på bakgrunn av jernholdig grunnvann eller lignende ved at det er erkjennbart i frakturer, og i en begrenset mengde. Det forekommer glansendringer, både økt og redusert. Kvartsbleket fremstår som det sikreste tegnet på varmpåvirkede avslag, er også beskrevet i tidligere utførte undersøkelser på kvarts (Ballin 2008; Driscoll 2011; Driscoll og Menuge 2011; Kinnunen 1993). Beslutningen om å opprette en individuell markør for denne endringen ble tatt på grunnlag av at den forholder seg til mineralet kvarts, i form av større korn, eller hele stykker. Bakgrunnen for endringen som oppstår i kvartsmaterialet er diskutert i nylig publiserte undersøkelser, men ikke avklart. I hovedsak forklares markøren på bakgrunn av enten dekrepitasjon eller gjennom en økning av mikrofrakturer (Driscoll 2011:45-46).

Resultatene fra denne undersøkelsen bidrar til ikke bare å gjenkjenne varmpåvirket kvarts, men bidrar også med større sikkerhet enn tidligere til å kunne si når kvartsmateriale påvirkes i den grad at den kan gjenkjennes makroskopisk i et arkeologisk materiale. Endringene som forekommer i denne undersøkelsen fremtrer i liten grad ved 400 °C, sterkere ved 500 °C, og prosessen er fullført ved 550 °C da materialet nå er melkehvitt og opakt. Punktet for endring er av særlig interesse. For å kunne benytte varmpåvirket kvarts i analyser, og for å kunne gjøre betraktninger rundt antropogen ild og skogbrann, er endringstemperaturen en viktig side ved varmpåvirkning, da man får en forutsigbar endring av råstoffet i henhold til temperatur.

5.3. Jaspis

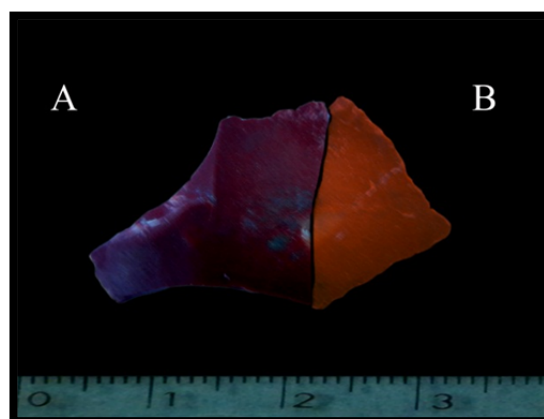
Fragmentene som ble benyttet i denne undersøkelsen av råstoffet jaspis, ble donert av Gråfjellprosjektet. Opprinnelsen er jaspisbruddet i Flendalen (Figur 1). Fragmentene stammer ikke fra samme knoll, men samme brudd, og skiller seg derfor ut fra det resterende materialet benyttet i undersøkelsen, hvor alle avslag stammer fra samme knoll. Det er derimot to distinkte typer som det var mulig å skille ut i forkant av undersøkelsene. Disse var blanke fragmenter med en sterk dyp rødfarge, og en variant som er matt og blekrosa (Figur 6). Begge typene opptrer ved lokaliteter undersøkt av Gråfjellprosjektet. I forkant av undersøkelsene var det knyttet spenning til endringene som kunne forekomme på bakgrunn av tidligere undersøkelser på jaspis. Materialet fra Flendalen er etter forfatterens viten ikke tidligere

undersøkt med tanke på varmepåvirkning, men det er foretatt undersøkelser på jaspis-materiale fra andre steder hvor det rapporteres sterke fargeendringer, *potlids*, krakelering, og brudd (se kap. 2.2.2)

Jaspismaterialet fra Flendalen, som er benyttet i denne undersøkelsen, innehar ikke makroskopiske endringsmarkører etter eksperimentene i ovn. Heller ikke i ildstedsundersøkelsen hvor materialet ble nedlagt med en avstand av 5 cm fra ildstedets senter ble det i etterkant av undersøkelsen dokumentert endring. Ved undersøkelsene hvor det ble kombinert vann og høye temperaturer forekom det heller ingen endringer. Sett i sammenheng med andre kryptokrystalline undersøkelser på jaspis eller lignende undersøkelser var det forventet frakturer av en eller annen art. Noe av forklaringen kan være å finne i fragmentenes størrelse, som var svært små. I og med at det ikke forekom noen endringer som kunne settes i sammenheng med varmepåvirkning, avklares spørsmålet rundt noen av de bleke variantene som opptrer i det arkeologiske materialet, hvor det har vært spekulert i om dette kan være endringer som har fremkommet på bakgrunn av varmepåvirkning.

Jaspisen skiller seg ut fra det resterende undersøkte materialet i undersøkelsen, ved ikke å utvise endringer etter varmepåvirkning, men i stedet *under* varmepåvirkningen. I undersøkelsen hvor enkeltavslag fra utvalgte råstoffer ble lagt inn i bål, ble jaspisens farge endret til svartlilla mens den var varm, og fikk tilbake sin originale farge når den ble avkjølt.

Den påfølgende delen er en kort beskrivelse av eksperimentet og endringene som forekom. Jaspis avslaget ble lagt inn i midten av ildsted ved 776 °C. Etter 48 sek (802 °C). endrer avslaget farge, og i stedet for den mørke rødfargen, er det nå nesten svartlilla. Etter 3 min. (795 °C) ble avslag tatt ut av ildstedet fortsatt med fargeendringen i behold (Figur 28). Avslaget fikk tilbake sin opprinnelige farge 32 sek etter uthenting fra ildstedet. Dette eksperimentet ble utført til sammen 4 ganger på samme avslag med samme



Figur 28. Fargeendring på jaspis i bål mens materialet fortsatt er varmt. A) jaspis avslag mens det fortsatt er varmt. B) Original. Foto: Joachim Åkerstrøm.

resultat. Det var ingen erkjennbare makroskopiske endringer etter eksperimentene. Ingen andre endringer ble dokumentert for jaspisen fra Flendalen under disse undersøkelsene.

5.4. Kvartsitt

Kvartsitt er tidligere undersøkt i form av skjorbrent stein, kokstein og i forbindelse med varmebehandling i flere undersøkelser. For kvartsittmaterialet hvor størrelsen er begrenset til mindre avslag er det derimot utført få undersøkelser, noe som har vist seg problematisk ved senere utgravinger i innlandstraktene på Østlandet i forbindelse ved gjenkjennelse av varmepåvirket materiale. For å undersøke endringer som forekommer på kvartsitter ved varmepåvirkning er det til sammen undersøkt avslag fra 26 ulike knoller.

Tabell 11: Summerte endringer og prosentvis fremstilling av kvartsittmaterialet fra undersøkelsene.

Klasse	Farge- endring	Rødlig	Bleket	Kvarts bleket	Økt Glans	Redusert glans	Vokset tekstur	Grov tekstur	Sukret	Krakel- ering	Potlids	Brudd	Orange- peel	Kalsinert	Total	Antall
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	26
200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	26
400	3,85	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2	26
600	100,00	69,23	76,92	19,23	11,54	57,69	11,54	26,92	19,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	102	26
800	100,00	96,15	80,77	26,92	15,38	61,54	23,08	34,62	26,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	121	26
1000	100,00	96,15	92,31	30,77	15,38	61,54	30,77	42,31	23,08	0,00	0,00	26,92	0,00	0,00	135	26
2005	73,08	11,54	61,54	11,54	7,69	42,31	3,85	11,54	19,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63	26
2010	88,46	76,92	80,77	26,92	15,38	50,00	15,38	23,08	23,08	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	105	26
2015	57,69	38,46	42,31	3,85	0,00	38,46	3,85	15,38	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53	26
2020	30,77	3,85	23,08	0,00	3,85	11,54	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20	26
3600	96,15	80,77	76,92	11,54	15,38	42,31	15,38	23,08	26,92	0,00	0,00	15,38	0,00	0,00	105	26
3100	100,00	96,15	88,46	23,08	15,38	50,00	23,08	30,77	26,92	0,00	0,00	34,62	0,00	0,00	127	26

Kvartsittmaterialet i denne undersøkelsen endres svært lite opptil 600 °C. Kun ett avslag får rødlig skjær ved 400 °C. I likhet med kvartsavslagene ser 600 °C ut til å være terskelverdien for makroskopisk gjenkjennbare endringer. De summerte verdiene for antall endringsmarkører gir et godt bilde ved at det forekommer to endringer for 400 °C og 102 for 600 °C. Etter 600 °C kan endringene som oppstår ses som en fortsettelse av tidligere endringsmarkører, i tråd med en jevn økning, noe som er bemerket også på de andre materialene i undersøkelsen.

Ved 600 °C har nesten 70 % av avslagene fått rødlige fargeendringer, 77 % har fått et bleket ytre, og rundt 19 % er kvartsbleket. For glansskiftene i materialet er det totalt på over 69 %, noe som hovedsakelig har sitt opphav i at nesten 58 % har en redusert glans. Kun 11 % av avslagene får en vokset tekstur eller redusert glans ved 600 °C.

Tabell 13: Endringsmarkøranalyse for Ringsakerkvartsitt. Rødstranda, Åmot, Hedmark. Knoll 157.

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Rødstranda. Knoll: 157. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	10R 8/1 (White)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	33,33	16,22
800	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	33,33	16,22
1000	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	33,33	16,22
2005	5PB 5/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	40,00	10,81
2010	10R 8/1 (White)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	60,00	16,22
2015	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2020	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 5/4 (Weak Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	44,44	10,81
3600	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	55,56	13,51
		7	6	7	4	0	7	6	0	0	0	0	0	0	0	37		

Tabell 14: Endringsmarkøranalyse for Ringsakerkvartsitt fra Deset, Åmot, Hedmark. Knoll 189.

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Deset. Knoll: 189. Serie: 1																			
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 3/6 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 3/6 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
400	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
600	10R 6/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	33,33	13,51	
800	10R 6/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	33,33	13,51	
1000	10R 7/1 (Light Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	33,33	13,51	
2005	10R 6/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	50,00	13,51	
2010	10R 5/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	50,00	13,51	
2015	5PB 3/6 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
2020	5PB 3/6 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
3100	10R 6/2 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	6	50,00	16,22	
3600	10R 7/2 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	6	50,00	16,22	
		7	7	7	0	0	7	0	0	7	0	0	2	0	0	37			

Tabell 12: Endringsmarkøranalyse for Ringsakerkvartsitt fra Rena elv og grustak, Åmot, Hedmark. Knoll 99.

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Rena sand og grustak. Knoll: 99. Serie: 1																			
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
400	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
600	5PB 5/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	21,43	8,82	
800	10R 6/2 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	28,57	11,76	
1000	10R 8/4 (Pinkish White)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	7	50,00	20,59	
2005	5PB 5/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	33,33	8,82	
2010	10R 7/3 (Pale Red)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	55,56	14,71	
2015	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11,11	2,94	
2020	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
3100	10R 8/4 (Pinkish White)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	7	63,64	20,59	
3600	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	36,36	11,76	
		7	4	7	3	0	8	2	0	0	0	0	3	0	0	34			

Ringsakerkvartsitt fra Rødstranda, knoll 157

- 200-400 °C: Ingen endring.
- 600-1000 °C: Kvartsbleket med rødlig farge, vokset tekstur og redusert glans.
- 5 -10 cm i bål: Kvartsbleket med rødlig farge, vokset tekstur og redusert glans.
- 15-20 cm i bål: Ingen endring.
- 600 og 1000 °C i vann: Kvartsbleket med rødlig farge, vokset tekstur og redusert glans.



Figur 29. Materiale fra referansesamling. Ringsakerkvartsitt fra Rødstranda, Hedmark. Knoll 157. Foto Joachim Åkerstrøm.

Ringsakerkvartsitt, Deset, Hedmark, knoll 189

- 200-400 °C: Ingen endring.
- 600-1000 °C: Bleket med rødlig farge, redusert glans og sukret tekstur.
- 5-10 cm i bål: Bleket med rødlig farge, redusert glans og sukret tekstur.
- 15-20 cm i bål: Ingen endring.
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket med rødlig farge, redusert glans og sukret tekstur.



Figur 30. Materiale fra referansesamling. Ringsakerkvartsitt fra Deset, Hedmark. Knoll 189. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Ringsakerkvartsitt, Rena sand og grustak, knoll 99

- 0-400 °C: Ingen endring.
- 600-1000 °C: Bleket, redusert glans, og en gradvis overgang til lys rosa og vokset tekstur.
- Bål: 5 cm: Bleket og redusert glans.
- Bål: 10 cm: Kvartsbleket med rosa skjær og redusert glans.
- Bål 15 og 20 cm: kitt redusert glans.
- Vann og varme: Følger endringer fra 600 og 1000 °C.



Figur 31. Materiale fra referansesamling. Ringsakerkvartsitt fra Rena sand og grustak, Hedmark. Knoll 99. Foto: Joachim Åkerstrøm.

For materialet fra 800 °C og 1000 °C kan endringene behandles samlet. Samtlige endringsmarkører som erkjennes i materialet ved 600 °C kan ses på materialet også her. Forskjellen ligger i økningen av de ulike endringsmarkørene. Slikt sett forholder kvartsittmaterialets endringer seg til temperaturøkningen, og stiger i takt med den. Noen endringsmarkører skiller seg allikevel ut, ved at de har en minimal økning etter 600 °C. Endringsmarkørene sukret samt redusert og økt glans, viser alle en økning på rundt 4 % fra 1000 °C. Det kan derfor synes at disse markørene, i de typer materiale hvor de opptrer ved varmpåvirkning, forholdes stabile ved økning av temperaturgradienten. Endringene kan derfor betraktes nesten binært, ved enten å være tilstede eller ikke tilstede, noe som styrker bruken av glans som en endringsmarkør for gjenkjennelse av varmpåvirket kvartsittmaterialet i kombinasjon med andre markører. Markøren sukret er også i dette materialet å regne som usikker på bakgrunn av at den også i kvartsitt kan opptre naturlig.

Endringsmarkørene bleket og rødlig erkjennes i over 80 % av materialet ved 800 °C og 1000 °C, og fremstår helhetlig som de sikreste markørene for kvartsitter. Endringsmarkøren kvartsbleket opptrer i nesten 20 % av materialet ved 600 °C, og stiger til over 30 % ved 1000 °C. I kraft av å være en endring som kan regnes som god ved utskillelse av varmpåvirket kvartsmaterialet, fremstår den også her som en sterk endringsmarkør i kvartsitter med synlige vartskorn eller kvartsstriper. Grov tekstur og vokset tekstur erkjennes også som gode markører, med respektivt endringer på mellom 34-42 %, og 23-30 % av kvartsitt materialet ved 800 og 1000 C.

I ildstedsundersøkelsene inntreffer endringer på kvartsittmaterialet nokså likt som kvartsmaterialet. I den innerste sonen er det til sammen 63 endringer noe som er rundt 2/3 av totalen fra materialet som ble undersøkt ved 600 °C. I hovedsak er det relativt liten endring på materialet, tatt i betraktning at det faktisk har vært i midten av et ildsted. 61 % av materialet fra denne sonen blekes, mens kun 11 % får et rødlig skjær. Redusert glans inntreffer på 42 % av avslagene, og 19 % har en sukret tekstur, noe som er likt med materialet fra klasse 600.

Kvartsitt-materialet fra bålundersøkelsene får først i den andre bålsonen (klasse 2010) endringstrekk som er sammenlignbart med materialet fra ovnsundersøkelsene. Her erkjennes endringsmarkøren bleket på 80 % av materialet mens markøren rødlig har steget fra 11 % i den innerste sonen til nesten 73 %. Visuelt er det stor forskjell på materialet fra klasse 2005

og klasse 2010. I tillegg til bleket og rødlig, er det nå en redusert glans på halvparten av avslagene, og endringsmarkøren økt glans er sammenlignbar med materialet fra 800 og 1000 °C. Kwartbleket inntreffer på $\frac{1}{4}$ av avslagene. De resterende endringsmarkørene i form av grovere og vokset tekstur endres med henholdsvis 23 % og 15 %. Sukret tekstur ligger innenfor samme området som ovnsundersøkelsene.

Totalen av endringer som oppstår i de to ytterste sonene i ildstedet faller betraktelig sammenlignet med klasse 2005 og klasse 2010, hvor det summerte antall endringer nå er på 53 og 20. 38 % av materialet i klasse 2015 er bleket, men ville ikke blitt plukket ut som varmepåvirket med en stor grad av sikkerhet. Endringsgraden i materialet er generelt liten. Endringsmarkøren kvartbleket, vokset tekstur og sukret faller til i underkant av 4 %, og i overkant av 38 % får en redusert glans. For den ytterste sonen i ildstedet bortfaller alle muligheter for makroskopisk gjenkjennelse av varmepåvirket materiale.

Endringene som forekommer i undersøkelsene hvor varme avslag ble sluppet direkte i vann (klasse 3600 og 3100) endres nokså likt som i undersøkelsene uten vann. Totalt er det 105 endringer i materialet fra klasse 3600 mot 102 fra klasse 600. Forskjellene mellom de to gruppene finnes henholdsvis i en noe redusert rødlig fargeendring, samt en økning i brudd for klasse 3600. For materialet fra klasse 3100 er endringene også her i samsvar med materialet fra klasse 3100. Det er en liten økning i form av brudd, og små variasjoner på de resterende endringsmarkørene.

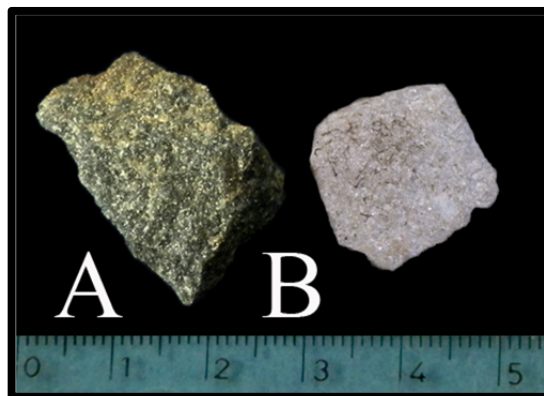
I likhet med kvartsbleking er det en gradvis bleking av materialet som forgår. Spørsmålet er når vil blekingen være så gjennomført at man med sikkerhet, sett i sammenheng med andre endringsmarkører, kan bestemme at et avslag er varmepåvirket. I ovnsundersøkelsene fremtrer dette klart, gjennom terskelverdien på 600 °C, og avslagene innehar en sterkt bleket fremtoning ved denne temperaturgradienten og høyere i ovnsundersøkelsen. For å kartlegge endringsmønsteret i mer detalj, ble det også for kvartsitt utført noen enkle undersøkelser for å kunne bestemme nærmere når de ulike kvartsittene endres i den grad at det er makroskopisk gjenkjennelig. For kvartsitt inntreffer det en gradvis bleking fra rundt 500 °C og oppover, men med en distinkt bleking fra 570 °C.

I undersøkelsene hvor ett og ett avslag ble lagt i ildstedet fremkommer de samme endringene som ble registret i klasse 2010. Et avslag fra K189, som er en mørkeblå ringsaker kvartsitt, ble benyttet i denne undersøkelsen.

Avslaget ble lagt inn i ildstedet ved 738 °C. Først etter 1.22 minutter begynte avslaget å blekes, men kun i liten grad. Etter tre minutter (752 °C) var avslaget bleket noe mer, men fortsatt ikke i samme grad som er synlig i materialet fra ovnsundersøkelsene. Avslaget ble tatt ut av ildstedet etter 4.47 min (743 °C), da med en bleket fremtoning som er sammenlignbar med endringsgraden fra ovnsundersøkelsene. I og med at endringsgraden under denne undersøkelsen tok betraktelig mye lenger tid enn ved de andre

råstoffene, ble det besluttet å gjennomføre undersøkelsen med en liten variasjon. Når avslaget ligger i ildstedet kan det være vanskelig å oppfatte farge og endringer godt. Et avslag fra samme knoll ble derfor lagt inn i ildstedet, men hentet ut for en rask visuell undersøkelse hvert hele minutt. Avslaget var derfor ute av ildstedet i rundt 10 sekunder hvert hele minutt, noe som kunne ført til frakturer eller utsettelse av endringene. De samme endringene ble notert ved dette eksperimentet med liten variasjon på endringer og tid. Det kan derfor synes som om kvartsitt, sammenlignet med flint og melkekvarter, må være i høy temperatur betraktelig lengre.

I kvartsitt-materialet som er undersøkt i disse eksperimentene fremkommer et komplisert bilde av mulighetene for en trygg visuell gjenkjennelse av varmepåvirkning. Kvartsitt skiller seg i likhet med kvarts fra flint på noen sentrale endringsmarkører. Det oppstår ikke *potlids*, materialet kalsineres ikke, og det inntreffer ikke krakelering eller makroskopiske frakturer i materialet etter varmepåvirkning. I stedet fremstår kvartsitt som et materiale som hovedsakelig kan gjenkjennes ved hjelp av endringsmarkøren bleket og rødlig, men helst i sambruk med andre markører som vokset tekstur, glansendring eller grovere tekstur. Kvartsbleket inntreffer også, men i mindre grad. Allikevel er markøren på bakgrunn av



Figur 32. Endringer som forekom på kvartsitt når det ble lagt ett enkelt avslag i ildstedet for å dokumentere endring over tid. Avslaget er fra knoll 189, en Ringsakerkvartsitt A) Original. B) Varmepåvirket. Foto: Joachim Åkerstrøm.

resultatene fra undersøkelsene på kvarts overførbare til dette råstoffet der denne endringen oppstår.

Noe av materialet endres lite, dette er de råstoffer som allerede er mørke, nesten svarte i utgangspunktet. Ved disse råstoffene kan det forekomme jernoksidering, men her kan resultatet deles i to grupper: partikkelutskillelse av jernoksider eller en helhetlig endring av avslagets farge i variasjoner av lyserosa til rødt. I de tilfeller hvor jernoksideringen resulterer i partikler, kan dette nesten børstes bort. Det er derfor sannsynlig at endringsmarkøren rødlig ikke kan benyttes alene i analyser, men ses i sammenheng med hvordan utskillelsen av jernoksider manifesteres i materialet. I tilfeller hvor kvartsitter fikk ett rødlig skjær over hele eller store deler av avslagene, og denne rødfargen var en del av avslagets primærfarge, er det sannsynlig at denne fargeendringen vil kunne finnes i det arkeologiske materialet.

Som en test på mulighetene for gjenkjennelse av varmepåvirket kvartsitt ble det gjennomført en uformell analyse av 39 skjørbrent stein fragmenter fra lokalitetene Rødstranda og Melvold. Disse ble analysert ved hjelp av det samme endringsmarkørskjemaet som er benyttet i denne analysen. Fra denne uformelle undersøkelsen kom det fram at 39 fragmenter innehadde en liknende type bleket eller lyserosa farge som kan ses i materialet fra de eksperimentelle undersøkelsene. Kvartsbleking forekom i 23 av fragmentene, mens endringsmarkøren bleket ble tolket for å være i 34 av eksemplarene fra kokegropene. I 17 av fragmentene ble det observert ikke gjennomgående makrofrakturer, mens det samlede materiale alle utviste former for ekspansjon eller kontraksjonsbrudd. Det analyserte materialet med skjørbrent stein skiller seg fra kvartsitter i morene og berggrunn rundt området for lokalitetene og nærliggende områder som ble undersøkt under innsamlingen av materialet. Det som utmerker den skjørbrente steinen i forhold til materialet som er produsert gjennom ildsteds- og ovnsundersøkelsene, er i hovedsak størrelsen, som medfører et langt høyere antall brudd og frakturer. Sammenligningen mellom materialet fra kokegropene og avslagene for undersøkelsen samsvarer, og viser at endringsmarkørene som ble benyttet i de eksperimentelle undersøkelsene vil inntreffe også for større fragmenter av varmepåvirket kvartsitt, og at det vil være mulig å gjenkjenne materialet i form av bearbeidet litisk materiale.

5.5. Sammenfatning

Undersøkelsene på de utvalgte råstoffene viser at både flint, melkekvarts og ringsakerkvartsitt endres makroskopisk gjenkjennelig når det utsettes for sterk varme, som i et ildsted. Endringene er varige, og forandringene som forekommer er homogene innenfor hver råstoffgruppe. Flint som tidligere er undersøkt gjentatte ganger, ble med krakelering, *potlids*, kalsinering, *orange-peel* benyttet som en innfallsport, og et sammenligningsgrunnlag i denne undersøkelsen. Eksperimentene viser at de endringsmarkørene som normalt benyttes for flint ikke kan benyttes for de andre råstoffene i undersøkelsen.

Kvarts endres hovedsakelig ved å bli melkehvit og opak. Jernoksider utskilles i frakturer, og samles derfor i disse. Samtidig kan materialet få ulike grader av glansendringer, samt tekstur endringer. Ved varmepåvirkning er det den melkehvite og opake fremtoningen som vil være bærebjelken i gjenkjennelsen av varmepåvirket melkekvarts, men i kombinasjon med andre markører vil man kunne utskille produksjonsavfall og materiale med en større sikkerhet, noe som medfører at kanskje også materiale som ikke er utsatt for temperaturer rundt 550–600 °C eller mer også kan gjenkjennes. Et kjennetegn som viste seg å være en spesielt god endringsmarkør for råstoffer som inneholder større kvartskorn eller kvartsårer, var kvartsblekingen. Enkelte mørke råstoffer, som noen kvartsitter, endres ikke, men i den grad de inneholder kvartskorn eller årer kan denne endringsmarkøren benyttes også der.

Ingen av de andre undersøkte råstoffene gjennomgår de samme endringene som flint med *potlids*, krakelering, kalsinering og *orange-peel*. I likhet med melkekvartsen blekes kvartsitt i denne undersøkelsen, også de mørkeblå ringsakerkvartsittene. Bleking fremstår som en homogen endring, på bakgrunn av at det inntreffer i nær sagt alle kvartsittene som er undersøkt i dette studiet. I tillegg fremkommer det tekstur, glans og farge endringer ofte med et rødlig farge.

Råstoffet som skilte seg ut var jaspis, ved kun å endres under varmepåvirkning, når det litiske materialet avkjøles får avslagene tilbake sin opprinnelige farge. Ingen endringer var å spore på dette råstoffet i etterkant av undersøkelsene.

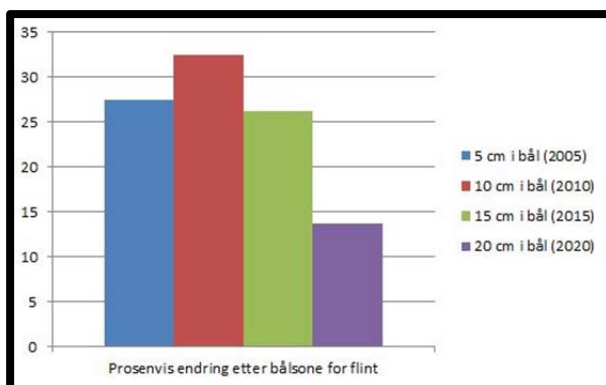
6 Resultater fra ildsteds-undersøkelse med soner

Det litiske materialet som ble benyttet i ildstedsundersøkelsene ble lagt ned på rette linjer utgående fra senter av ildstedet. Avslag ble nedlagt med en avstand på 5 cm, noe som medfører at endringer kan kvantifiseres etter soner. Avslagenes størrelse er gjennomsnittlig på rundt 2 cm, noe som medfører en liten feilmargin. Arealet for de ulike sonene ble beregnet med $A = \pi r^2$, for så å trekke fra arealverdien av de foregående sonene sett fra senter av sirkel. Dette gir følgende resultat: Sone 1 (klasse 2005) = 78 cm², sone 2 (klasse 2010) = 235 cm², sone 3 (klasse 2015) = 392 cm², og sone 4 (klasse 2020) = 549 cm². Ved å relatere råstoffenes endringsgrad til arealet for de ulike sonene, fremkommer et usymmetrisk bilde for mulighetene av varmepåvirkning, og medfølgende også sjansene for å finne varmepåvirkede avslag ved arkeologiske undersøkelser.

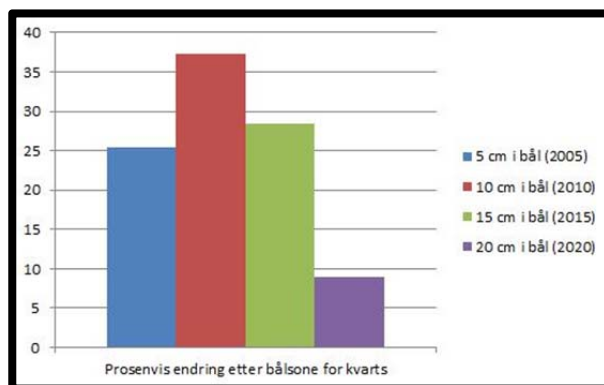
Flint er å anse som et lettpåvirkelig råstoff. I ovnsundersøkelsene fremkom makroskopiske gjenkjennbare endringsmarkører i form av *potlids*, krakelering, redusert glans, varianter av brudd, og rødlig fargeendring allerede ved 400 °C. Dette fremkom ikke for alle flinttypene, men med mindre det blir utført lignende undersøkelser for hvert enkelt råstoff ved arkeologiske

undersøkelser kan dette ikke avskrives. I ildstedsundersøkelsene fremkommer de samme endringene for samtlige soner, men i tillegg inntreffer også kalsinering og *orange-peel* i sone 2 og 3 (klasse 2010 og 2015). På bakgrunn av tidligere utførte undersøkelser på flint og endringsgraden av avslagene i denne undersøkelsen kan man si at flint vil kunne påvirkes i hele ildstedet, helt ut til ildens grense. Varmepåvirkningsarealet for flint i disse undersøkelsene blir da 1255,36 cm².

Terskelverdien for gjenkjennbart varmepåvirket kvartsmateriale i denne undersøkelsen inntreffer ved 550 °C. Ved lavere temperaturer endres ikke



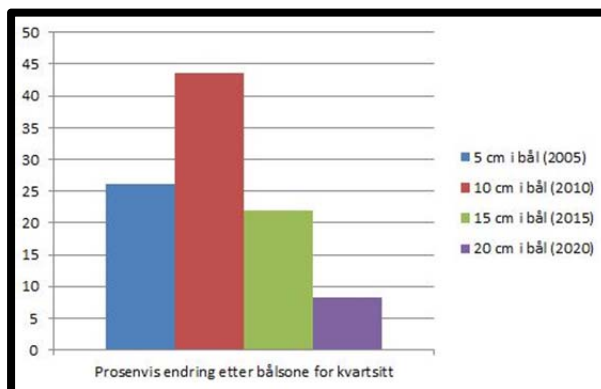
Figur 34: Prosentvis endring etter bålsoner for flint fra ildstedsundersøkelsene.



Figur 33. Prosentvis endring etter bålsoner for kvarts fra ildstedsundersøkelsene.

kvartsmaterialet gjenkjennelig. Endringsgraden øker med temperaturen i ovnsundersøkelsene. Kvarts gjenkjennes på bakgrunn av endringsmarkøren kvartsbleket, som gir avslagene et melkehvitt og opak utseende. I tillegg fremkommer makrofrakturer, rødlig fargeendring, økt og redusert glans, samt en vokset tekstur. Materialet er gjenkjennelig i de tre innerste sonene fra ildstedsundersøkelsen, noe som gir et samlet areal på 706 cm². Arealet hvor kvarts kan påvirkes i disse undersøkelsene utgjør kun 56 % av arealet hvor flint kan gjenkjennes.

For kvartsitter i undersøkelsen begrenses det definerte området ytterligere. For kvartsitt er grenseverdien for erkjennbar endring ved 570 °C. Kvartsitt gjenkjennes ved at den mister farge, eller blekes. Det forekommer en rødlig fargeendring, hovedsakelig redusert glans, men økt glans forekommer. Avslag kan få en vokset, grovere eller sukret tekstur. På bakgrunn av



Figur 35. Prosentvis endring etter bålsoner for kvartsitt fra ildstedsundersøkelsene.

at kvartsitt hovedsakelig består av kvarts, forekommer også kvartsbleking, som er regnet for å være en god markør for varmpåvirkning. Gjenkjennbart varmpåvirket materiale ble med sikkerhet dokumentert i sone 2 (klasse 2010), men enkelte råstoff fikk også en kraftig bleking i sone 1 (klasse 2005). Ved å benytte samme tankegang som i diskusjonen av flint, følger det at kvartsitt kan gjenkjennes i ildstedets to innerste soner, som til sammen utgjør et areal på 313 cm². Dette utgjør 25 % av det gjeldende endringsområdet for flint, og 44 % av arealet for kvarts. Det følger derfor at mulighetene for tilfeldig varmpåvirkning av kvartsitt er relativt liten sammenlignet med flint og kvarts, da området innehar en diameter på 10 cm.

Avslutningsvis for dette eksperimentet bør deler av resultatene kommenteres. Forskjellen mellom kvarts og kvartsitt relatert til endringsgrad og endringssoner i denne undersøkelsen er vanskelig å forklare. Bakgrunnen kan kanskje ses i kvartsitters urenheter og sammensetning, noe som styrkes i undersøkelsene utført med enkeltavslag. Responstiden for kvartsitt var betraktelig mye lenger enn for kvarts og flint. Samtidig vet man ikke sikkert hvordan selve konstruksjonen av ildstedet ble utført, særlig med tanke på plassering av brensel-, og ildstedets omkrets, noe som vil påvirke resultatene. I tilfeller hvor kull er bevart vil man selvfølgelig ved noen anledninger kunne gjøre noen betraktninger rundt omkretsen av

ildstedet. Innbyrdes endringer mellom de ulike råstoffene bør allikevel kunne overføres til større ildsteder. Forskjellen i endringsgrad for råstoffene kvarts og kvartsitt kan også relateres til at ildstedet er dynamisk, at det endres etter forholdene, som for eksempel gjennom vind, type brensel, omrokering av brensel og påfyll av brensel. Alle variablene vil påvirke det endelige resultatet. I undersøkelsene besto hver bålrensning av samtlige råstoffer, slik at ikke forskjeller i ildstedet skulle påvirke materialet fra en undersøkelse, slik at resultatene ble skjeve.

Råstoffene påvirkes ulikt i ildstedet. Bakgrunnen for forskjellene i endringsmarkører og muligheter for gjenkjennelse av varmepåvirket materialet er å finne i kombinasjonen av de ulike eksperimentene. Enkeltavslagene som ble undersøkt i ildstedet endres ulikt over tid, hvor flint og kvarts har rask responstid på varme, og endres derfor hurtig. Kvartsitt trenger lengre tid, og langt høyere temperatur enn flint. I denne undersøkelsen kommer ulikheter i gjenkjenningspotensialet til uttrykk gjennom de ulike sonene, som hver har en radius på 5 cm. Flint endres i hele ildsonen, og det vil derfor være en større mulighet for å finne gjenkjennbar varmepåvirket flint på en lokalitet som er påvirket av antropogen ild enn de andre råstoffene. Samtidig er temperaturgrensen for endringspotensiale langt lavere for flint enn for de andre råstoffene, noe som også medfører at påvirkning på bakgrunn av skogbrann er langt høyere for flint enn andre råstoff. For endring av kvarts er påvirkningstemperaturen såpass høy, at det i områder med lite undervegetasjon er små muligheter for endring på bakgrunn av skogbrann. I tilfellet med kvartsitt, hvor det er nødvendig med lengre tid for å endre avslagene i den grad at det ikke lenger er tvil om varmepåvirkning, er endringer på bakgrunn av antropogen ild enda større. Skogbrannundersøkelser utført på lignende områder påpeker at avsviingen er over i løpet av svært kort tid, ofte sekunder, og at det i områder med mose og lav ikke vil kunne ha stor innvirkning på undergrunnen da denne typen undervegetasjon er svært fuktighetsbevarende (Stabbetorp 2010:252).

Undersøkelser på flint har konkludert med at det kun er i ildstedets senter at det oppstår kalsinering, men at endringer vil kunne forekomme helt ut til ildsonens ende (Fischer 1979:22; Sergeant, et al. 2006:1001). I denne undersøkelsen fremkommer et litt mer nyansert bilde av ildstedet og muligheter for påvirkning av de ulike råstoffene. Ved å dele opp ildstedet i definerte soner, som hver var på 5 cm, kunne endringer kvantifiseres. Endringene for hvert råstoff er homogene, relatert til bålsonene, og komparativt mellom råstoffene. Sonen med

størst endring er den andre sonen sett fra senter av ildstedet (klasse 2010) for samtlige råstoffer. Deretter endres graden av forandring for hvert råstoff individuelt. Flint endres makroskopisk gjenkjennelig i alle bål sonene, mens kvarts og kvartsitt har litt ulikheter i sone 1 og sone 3 (klasse 2005 og klasse 2015). Det sentrale punktet er at påvirkningstid og temperatur spiller inn på endringsgraden av de ulike materialene, og gir utslag i ulik påvirkningsflate i ildstedet. Forskjellene i påvirkningsgrad i dette eksperimentet basert på plassering i ildstedet gir et svært lite areal hvor kvarts og kvartsitt påvirkes i sammenlignet med flint. Følgelig bør dette også reflekteres i det arkeologiske materialet, med færre funn av disse råstoffene som antropogent varmepåvirket. Det er også forskjeller i hvordan materialene får frakturer og sprekker opp. I en nylig utført undersøkelse på flint i ildstedet økte antallet fragmenter med nesten 7 ganger fra rundt 640 til nesten 3700 (Sergant, et al. 2006:1002). En undersøkelse på kvarts resulterte i en økning på over 5 ganger så mange fragmenter. Økningen er dramatisk for begge råstoffene, men det er forskjeller i hvordan materialet spres, eller slynges ut fra ildstedet nå avspaltningene inntreffer. Flint er kjent for å eksplodere (Fischer 1979:24), kvartsmaterialet derimot sprenges ikke, og fragmenter spres ikke i særlig grad utenfor ildstedet (Driscoll og Menuge 2011:2259).

7 Gråfjellprosjektet

Gråfjellprosjektet ble etablert 1. april 2003, og er nå ferdigstilt. Materialet og undersøkelsen er nå publisert. For utvidet informasjon og beskrivelser av lokalitetene henvises det til publikasjonen “Steinalder undersøkelser ved Rena elv” utgitt av Kulturhistorisk museum i Oslo (Stene 2010).

Forundersøkelser for prosjektet ble gjennomført i perioden 2004 og 2005, og utgravingene av de ulike steinalderlokalitetene pågikk i tidsrommet 2006 og 2007 (Stene 2008:5). Til sammen har det blitt undersøkt 24 lokaliteter ved Rena elv. Rena elv lokalitetene viser stor variasjon i råstoff, og det har blitt gjort funn av flint, jaspis, ulike typer kvartsitt, bergkrystall og skifer. Flere av de undersøkte lokalitetene ved Rena elv er uten flint eller at andre råstoff dominerer fullstendig, noe som også vises i den samlede funnstatistikken for prosjektet. Bruksmessig bærer flere lokaliteter preg av å være enfasede med små funnkonsentrasjoner som indikerer ulike aktivitetsområder (Stene 2008:15).

De undersøkte lokalitetene er lokalisert på begge sider av elva innenfor en strekning på litt under 1 km. Lokalitetene utviser stor variasjon på blant annet utbredelse av lokalitetene, funnmengde, strukturer og råstoff utnyttelse. Lokalitetenes plassering langs elva forholder seg enten til elvebredden eller til terrassekantene som ligger tett på elva (Stene, et al. 2010:462). Den elvenære plasseringen av lokalitetene kan tyde på at elveløpet er på samme sted i dag som når menneskene som en gang benyttet plassene var der. Nivået på elva har derimot vært endret opptil flere ganger, noe som vises med overlagrede lokaliteter langs elvebredden. Lokalitetene langs elvebredden er derfor i større grad forstyrret enn de undersøkte lokalitetene oppe på terrassekanten.

Tabell 15: Summert oversikt for råstoffvariasjon ved Gråfjellprosjektet/ Rena elv.

Råstoff	Antall
Flint	9708
Jaspis	2086
“Bergart”	35
Bergkrystall	113
Melkekvarts (Kvartsitt)	5457
Kvartsitt	23296
Total	40785

De utvalgte lokalitetene som er benyttet i den videre delen av oppgaven er plassert på terrassekanten ved Rena elv. Innenfor et lite område finner man lokaliteten Dokset på vest siden på sørsiden av elva er lokaliteten Thingnæs tatt med i dette studiet.

Valg av lokaliteter er tatt på bakgrunn av noen enkelte punkter tilknyttet oppgavens problemstillinger. Arkeologi handler noen ganger om å kjenne igjen det ukjente, og i forbindelse med denne oppgaven var det usikkert om det var mulig å gjenkjenne for eksempel ringsakerkvartsitt. Ringsakerkvartsitt er sterkt representert på undersøkte innlandslokaliteter på Østlandet, som blant annet Dokkfløy (Fuglestedt 2006:55) og Gråfjellprosjektet. Det har vært hevdet at denne typen råstoff ikke endres ved varmepåvirkning (Boaz 1998:96), det fremkom derimot tydelige endringer på ringsakerkvartsittvariantene som er med i denne undersøkelsen. Det var allikevel et spenningspunkt om det var mulig å finne i det arkeologiske materialet. Det samme var sant for melkekvartsen, som naturlig kan være helt melkehvit, samt at det kan være forskjeller på både farge og gjennomskinn i et enkelt emne. Jaspisen utgikk fra undersøkelsen på det arkeologiske materialet på bakgrunn av at det ikke var noen holdepunkter for å gjenkjenne endringer i materialet, mens råstoffet flint regnes som trygt når det kommer til endringsmarkører på bakgrunn av varmepåvirkning (Richter, et al. 2011).

Valg av lokaliteter falt derfor på bakgrunn av ikke bare råstoffene som var funnet ved undersøkelsene, men også at råstoffvariasjonen ikke skulle være for stor tallmessig, samt at et av de undersøkte råstoffene skulle dominere funnmaterialet. Lokaliteten Dokset har for eksempel stor overvekt av en variant ringsakerkvartsitt som tolkes for å komme fra ett emne, og lokaliteten Thingnes domineres av melkekvarts. Lokalitetene kan derfor regnes som råstoffmessig ganske “rene”, samt at begge lokalitetene har et lavt antall funn og er små i utstrekning. I tillegg er det enten gjort funn av struktur eller at det tolkningsmessig kan være strukturer til stede gjennom ansamlinger med skjørbrent stein. På lokaliteten Dokset er det gjort funn av en kokegrop, mens det på Thingnes er flere ansamlinger med skjørbrent stein og et mulig ildsted. Begge lokalitetene innehar derfor en reel mulighet for gjenkjennelse av varmpåvirket materialet på bakgrunn av at det har vært ild på lokalitetene.

Analysen av det arkeologiske materialet ble gjennomført ved å studere alt innsamlet materiale fra hver enkelt lokalitet. De litiske funnene er organisert fra Gråfjellprosjektets side etter råstofftype med undertyper, gjenstandstype, kvadrant og lag i funnposer. Systemet medfører at det er enkelt og oversiktlig å legge ut samtlige gjenstander fra hver pose, studere ulikheter i materialet, og analysere funnene på bakgrunn av endringsmarkørene som fremkom i undersøkelsene. I analysen av det arkeologiske materialet ble det benyttet de samme endringsmarkørene som ble brukt under analysen av det eksperimentelt fremstilte materialet.

7.1. Thingnes

Lokaliteten Thingnes lå ca. 240 moh. på østsiden av Rena elv. Vegetasjonen besto av furu, bjørk og gran, og torvlaget var på ca. 5-10 cm. Undergrunnen var av grus, med tre rotvelt som har medført forstyrrelser, mens det eller på lokaliteten tolkes som intakt og uforstyrret. Lokaliteten er på bakgrunn av gjenstandsmaterialet datert til senmesolitikum . Det ble gjort få funn på lokaliteten. Til sammen består materialet av 538 litiske funn. Materialet består hovedsakelig av melkekvarts, men også jaspis, flint, og ulike typer kvartsitt. Råstoffvariasjonen kan derfor betraktes som stor, tross i det begrensede antall funn og lokalitetens utbredelse. Melkekvartsmaterialet står for nesten 80 % av funnene på lokaliteten, og flere avslag har *cortex*. Råstoffet finnes naturlig i nærområdet, både i berggrunn og i form av knoller i morenemassene. Den naturlige overflaten settes i sammenheng med at noe av materialet kan være hentet fra morenen i området, mens enkelte avslag også har rette sider

med annet råstoff, som antyder at det er hentet fra årer i grunnfjell. Melkekvartsen tolkes derfor for å være innhentet fra ulike råstoffkilder, sannsynligvis i nærområdet. Melkekvartsmaterialet fra lokaliteten består i hovedsak av avslag og fragmenter, men det er også identifisert en bipolar kjerne, tre mikroflekker og to skrapere i melkekvarts. Det høye antallet fragmenter og avslag, sammen med enkelte avslag som har et naturlig ytre tyder på at det har foregått primærproduksjon på lokaliteten. De litiske funnene er i hovedsak samlet rundt de ulike skjørbrentstein ansamlingene.



Figur 36: Sammensatte avslag av melkekvarts fra lokaliteten Thingnæs. Det melkehvite og opake avslaget er varmpåvirket. Foto: Joachim Åkerstrøm.

I gjennomgangen av materialet for å gjenkjenne varmpåvirket materiale ble det identifisert 13 funn som samsvarer med endringsmarkører for varmpåvirkning, noe som svarer til rundt 2,5 % av den totale funnmengden på lokaliteten. Det er bare identifisert varmpåvirket kvartsitt, hvorav 12 er melkekvarts og en er en type melert kvartsitt. I analysen vil vekten bli lagt på melkekvartsmaterialet. Melkekvartsmaterialet er svært variert, og det forekommer naturlig melkehvite varianter. Ved å benytte kombinasjoner av endringsmarkører som fremkom under eksperimentene, som rødlig, kvartsbleket, og glansendringer var det mulig å gjenkjenne varmpåvirket materiale. Det ble også foretatt noen sammensettinger, som gav ytterligere informasjon i gjenkjennelsen av varmpåvirkning. En av sammensettingene består av tre avslag, hvor det ene er varmpåvirket. Det varmpåvirkede avslaget skiller seg klart fra de to andre avslagene, og samstemmer med endringsmarkørene som fremkom som et resultat av eksperimentene i denne undersøkelsen (se kap 5.2), samt beskrivelser fra lignende undersøkelser (e.g. Ballin 2008; Coulson, et al. 2011; Driscoll og Menuge 2011). Avslagene fremstår som opake og melkehvite (100%) med noe rødlig misfarging (38%) og endret glans (100%). Kvartsbleking var den endringsmarkøren som viste seg å være mest relevant for gjenkjennelse av det varmpåvirkede materialet, men også i kombinasjon med andre endringsmarkører. På bakgrunn av undersøkelsene, og endringene som forekom der, tolkes materialet for å ha vært i temperaturer på rundt 600 °C eller mer. Det varmpåvirkede materialet består kun av avslag og fragmenter. I utgangspunktet er ikke endringsmarkørene rene diagnostiske kjennetegn, men bør ses i forhold til materialets originale farge og utseende.

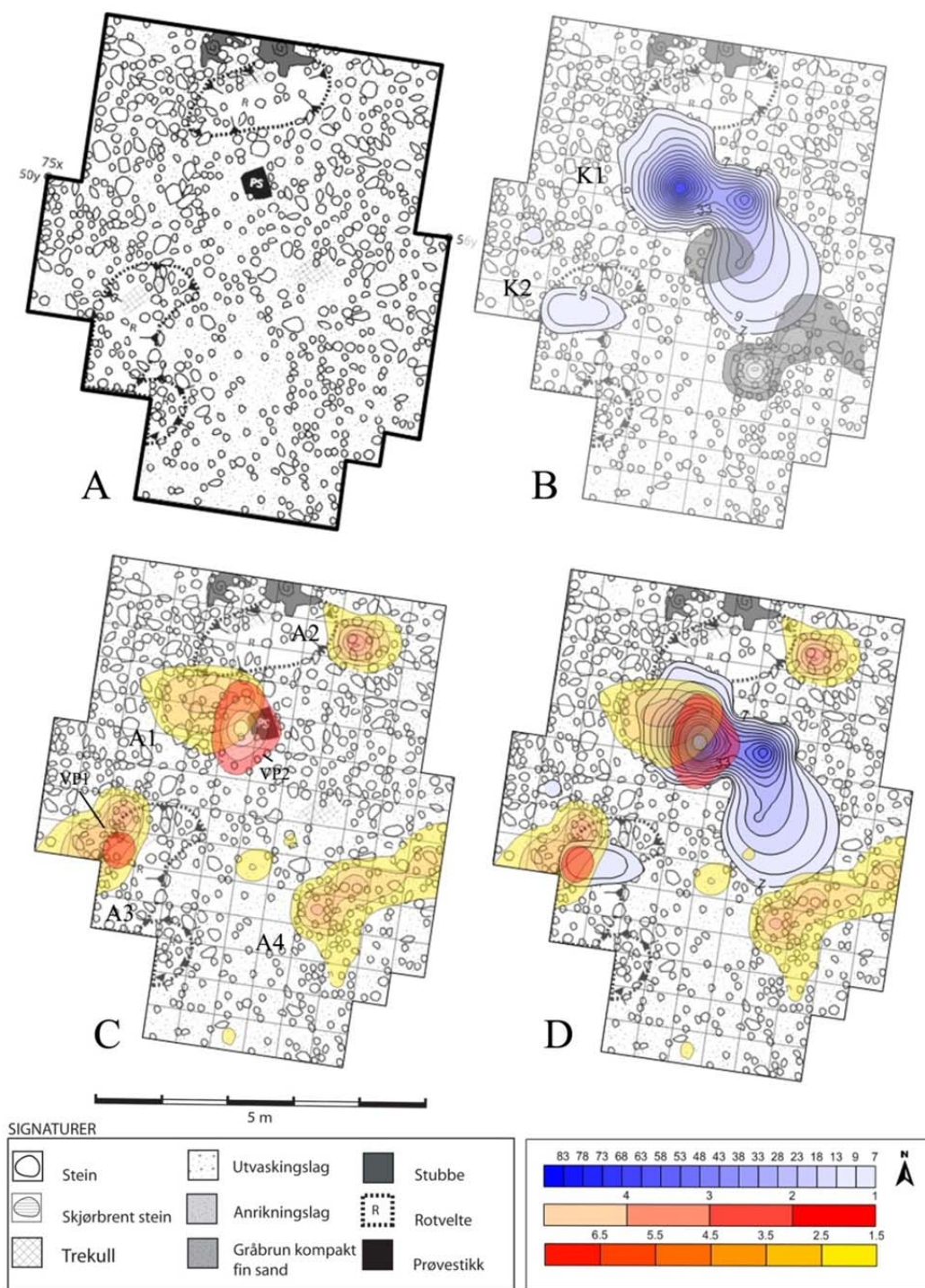
I så måte er et innsamlet arkeologisk materiale et godt utgangspunkt, da det med god kjennskap til endringsmarkører og råstoff som opptrer på lokaliteten kan utskilles varmepåvirket materialet gjennom grundig studering av endringsmarkører som opptrer, og som dermed skiller seg fra det resterende materialet.

Varmepåvirkning av et litisk materiale kan inntreffe allerede i innsamlingsfasen av råstoff. Ild er tidligere benyttet i bruddvirksomhet for å forenkle uthenting av råstoff. Kinnunen (1993) har undersøkt muligheten for bruk av ild i uthenting av melkekvarts fra brudd, og metoder for gjenkjennelse av et slikt materiale. For materialet fra Thingnes er antall varmepåvirkede fragmenter og avslag lavt i forhold til det totale antall funn, og materiale med naturlig overflate fra vannrullede knoller eller med rette kanter fra årer i grunnfjell viser ingen tegn til varmepåvirkning. Materialet tolkes derfor i retning av at det ikke er benyttet ild for å åpne knollen, i uthenting av materiale fra brudd eller gjøre det enklere å preparere plattformen til videre produksjon.

Materialet har derfor ingen tegn til varmepåvirkning i innhentingsprosessen eller tidlig i produksjonssekvensen, og bør derfor kommenteres i et annet lys. Lokaliteten har ingen definerte strukturer i form av ildsted eller kokegrop, men et mulig ildsted er erkjent gjennom den skjørbrante steinen. Til sammen er det 121 kg skjørbrant stein fordelt på fire konsentrasjoner, samt spredd utover lokaliteten i mindre mengder. De fire samlingene med skjørbrant stein består av rundt 20 kg (A1), 10 kg (A2), 17 kg (A3) og 23,5 kg (A4). Alle ansamlingene med skjørbrant stein har litiske funn i nær omkrets, men det er begrenset mengde rundt A2. Melkekvartsfunnene samles rundt ansamling A1, A2 og A3, og rundt A4 dominerer funn av andre råstoff. Mengden skjørbrant stein og mangelen på nedgraving for hver enkelt ansamling indikerer at det kan være steinsatte ildsteder.

Det er interessant å merke seg at det er funnet en bipolar kjerne på lokaliteten. Når det benyttes bipolar teknikk støttes kjernen på en amboltstein, mens man slår vinkelrett ned på toppen av kjernen. Teknikken egner seg godt på melkekvarts (Eigeland 2007:343). I gjennomgangen av materialet fra lokaliteten ble det notert at materialet var svært irregulært, noe som ofte settes i sammenheng med bipolar teknikk. Den bipolare kjernen ble funnet i den svært konsentrerte ansamlingen med melkekvarts tilknyttet ansamlingen av skjørbrant stein i A1. Mye tyder derfor på at deler av produksjonen er utført med bipolar teknikk, og at den

tette konsentrasjonen kan forklares på bakgrunn av produksjonsteknikken eller kanskje det er benyttet et skinnstykke for å begrense spredningen av slått materiale.



Figur 37: A) Lokalteten Thingnes dokumentert i plan slik den så ut etter at det var gravd ett lag. B) Funnkonsentrasjonen til melkekvarter i blått og andre råstoffer i grått. C) Ansamlingene med skjørbrant stein og konsentrasjonene med varmepåvirket melkekvarter. D) Lokalteten Thingnes slik den fremstår med de funnspredding av melkekvarter, skjørbrant stein og varmepåvirket melkekvarter. Plantegning fra (Damlien 2010b:266)

Som det utgår av de ulike spredningskartene sammenfaller det varmpåvirkede melkekvartsmaterialet med ansamlingene med skjørbrent stein i tre av tilfellene (Figur 37). Lokalitetene har tre rotvelter i nær tilknytting til disse områdene på feltet som kan ha medført forstyrrelser på materialet.

For å kunne nærme seg en forståelse av hvordan melkekvartsmaterialet på Thingnes er blitt varmpåvirket må det skilles mellom antropogen og naturlig ild. En skogbrann ville kunne legge igjen et flekket brannmønster i denne typen områder, men det er lite trolig at materialet er påvirket av skogbrann, sett i sammenheng med det lave antall varmpåvirkede funn. Funnmengde av varmpåvirket materiale samstemmer i større grad med undersøkelsene som ble utført med definerte soner for endring, hvor mulig mengde varmpåvirket melkekvarts i et ildsted ble anslått, på bakgrunn av areal og endringsmarkører, til å være liten. I denne undersøkelsen fremkom det at melkekvartsmaterialet må utsettes for svært høye temperaturer, noe som kan opptre innenfor ildsonen i et ildsted. De varmpåvirkede funnene er samlet i konsentrasjoner som overlapper den skjørbrente steinen, og ved eventuell påvirkning av skogbrann skulle en kunne forventet at det brente melkekvartsmaterialet ville vært mindre konsentrert og mer spredd innenfor funnutbredelsen, samtidig i spesielt funntette områder er det en større mulighet for en økt andel varmpåvirket melkekvarts. Vannrullede knoller er også synlig på lokalitetens flate, men den skjørbrente steinen er fordelt på fire konsentrasjoner. Tettheten og antallet varmpåvirkede avslag og fragmenter tilknyttet A1 og A3 samsvarer med undersøkelsene utført i ildsted både med tanke på utbredelse og antall. Det er heller ingen spisser blant det varmpåvirkede materialet, som kan sannsynliggjøre en tilfeldig varmpåvirkning gjennom at spissene har blitt sittende igjen i kjøtt eller bein i tilberedt kjøtt. På bakgrunn av det ovenstående tolkes ansamlingene av skjørbrent stein i A1 og A3 i sammenheng med det brente melkekvartsmaterialet til å representere tidligere ildsteder, og det varmpåvirkede melkekvartsmaterialet for å være tilfeldig varmpåvirket under redskapsproduksjon i nær tilknytting til ildstedet.

Funnene og ildstedene, ser ut i fra spredningskartene til å være samtidige. De ulike ildstedene trenger derimot ikke å være samtidige, men kan være rester fra gjentatte opphold, hvor hver ansamling med skjørbrent stein representerer et nytt opphold.. Denne tolkningen må ses opp mot boplassflatens størrelse og antall ansamlinger med skjørbrent stein. Avstanden mellom de

tre ansamlingene med skjørbrent stein (A1, A2 og A3) er rundt en meter, noe som gir liten arbeidsplass til bearbeidelse av skinn eller lignende.

Ut i fra det ovenstående kan en nå se for seg aktivitetene på lokaliteten som ildstedssentrerte. Hvis det tas utgangspunkt i de fire ulike ansamlingene av skjørbrent stein, har tre av disse konsentrasjoner med litisk avfall rundt, hvor to har melkekvarter som dominerende råstoff, samt varmepåvirket melkekvarter. Den siste ansamlingen (A2) er både mindre i utstrekning, samt at den knapt har noe litisk avfall rundt. Ingen av disse er heller varmepåvirket. Kanskje kan A2 ses i lys av at plassen er gjenbrukt flere ganger, og at A2 derfor kan representere en ryddingssone? Et element med rydding av denne typen strukturer er at det er lettere å rydde bort større fragmenter og biter av litisk materiale. Skjørbrent stein, som ikke lenger utgjør noen nytte i strukturen på bakgrunn av det er for fragmentert, og ikke lenger lagrer nok energi til å utgjøre nytte, vil i en slik situasjon ryddes bort. Når området er fullt av annet brukbart materiale til denne typen aktivitet i morenen.

Lokaliteten Thingnes fremstår etter en gjennomgang av det varmepåvirkede melkekvartermaterialet, som en plass hvor det har vært gjentatte opphold. Oppholdene behøver ikke å være langt fra hverandre i tid. Aktiviteten på lokaliteten har vært sentrert rundt flere ulike ildsteder, noe som illustreres gjennom konsentrasjoner med litiske funn, samt varmepåvirket melkekvartermateriale rundt den skjørbrente steinen. Det varmepåvirkede melkekvartermaterialet utviser ikke tegn til varmepåvirkning under uthentingsprosessen fra brudd eller bruk av ild som et hjelpemiddel for å åpne knollen til preparering av plattform til videre produksjon. Produksjonen av redskaper har foregått ved hjelp av bipolar teknikk, og kanskje et klede av skinn for å begrense noe av spredningen under fremstillingen av redskaper. Det er lite trolig at materialet er påvirket av skogbrann på bakgrunn av det lave antallet varmepåvirkede funn, samt hele knoller som ikke er varmepåvirket på lokaliteten og på bakgrunn av spredningen på materialet. Det ser i stedet ut til at varmepåvirkningen har inntruffet under produksjonen av redskaper ved tilfeldig å havne tett på ildstedets senter.

7.2. Dokset

Lokaliteten Dokset ble undersøkt på en flat terrasse på vestsiden av Rena elv. Lokaliteten ligger 243 m.o.h, og rundt 8 meter høyere i landskapet enn Rena elv ved normal vannstand (Persson 2010). Vegetasjonen rundt lokaliteten består av furu, mens undervegetasjonen i

hovedsak domineres av reinlav, mose og lyng. Enkelte områder på lokaliteten hadde lommer med finkornet sand, med mindre stein enn resten av området. Hovedkonsentrasjonen av de litiske funnene fra undersøkelsen er samlet til disse områdene (Melvold 2010a). Dateringen er noe usikker basert på lignende funn som ble gjort på denne lokaliteten, og kunnskapen på typen artefakter som ble funnet, men sammenlignet med relaterte funn i nærliggende områder tyder på en datering rundt seinneolitikum/bronsealder/ førromersk jernalder (Melvold 2010a:117).

Det ble funnet lite materiale på lokaliteten. Til sammen utgjør det innsamlede litiske materialet 577 funn, hvorav 558 er av typen ringsakerkvartsitt. På lokaliteten er det også funnet en flateretusjert lansettformet spiss i to deler, som ble ødelagt under fremstilling av samme materiale (Figur 38).



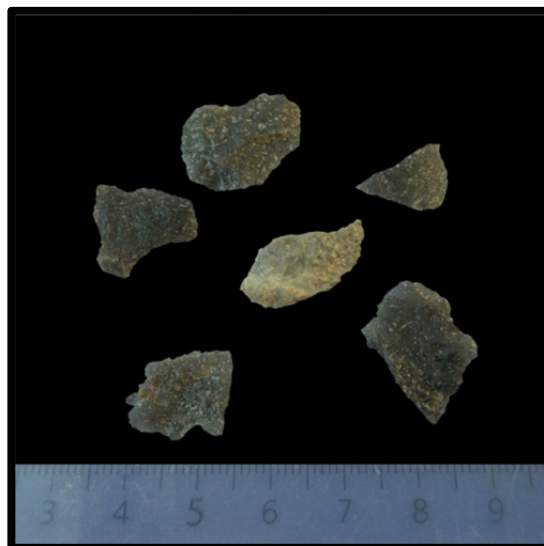
Figur 38: Den lansettformede spissen fra lokaliteten Dokset. Funnet i to deler som var omtrentlig 1 meter fra hverandre. Spissen ble aldri fullført, og ble ødelagt under tilvirkning. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Produksjonsavfallet i ringsakerkvartsitt er uten cortex, og størrelsesmessig under 1,5 cm med små slagbuler, som tolkes som flateretusjeringsavfall (Figur 39). En visuell sammenligning med avfallet fra en eksperimentelt fremstilt lansettformet spiss i kvartsitt fra Dalarne i Sverige, produsert av Erret Callhan styrket denne tolkningen (Broadbent og Knutsson 1980:Fig 4,11). Materialet er systematisert etter rekkefølgen i produksjonssekvensen og både størrelsesmessig og formmessig stemmer det godt overens med materialet fra Dokset. Materialet fra lokaliteten tolkes som en enkelt tilvirkningsepisode av et medbrakt emne, hvor produksjonen av en lansettformet spiss mislyktes. Materialet tyder på en enkelt knakkeepisode.

Den mørkegrå og blålige ringsakerkvartsitten finnes i fast fjell fra Storsjøen til Deset (Nystuen og Goffeng 1973:26-27), som er ca. 8 km nord for Rena elv, samt i nærområdet i form av moreneavsatte knoller. Som det utgår av Tabell 2, er det lagt vekt på ringsakerkvartsitt i eksperimentene, og flere av variantene benyttet i undersøkelsen er hentet i

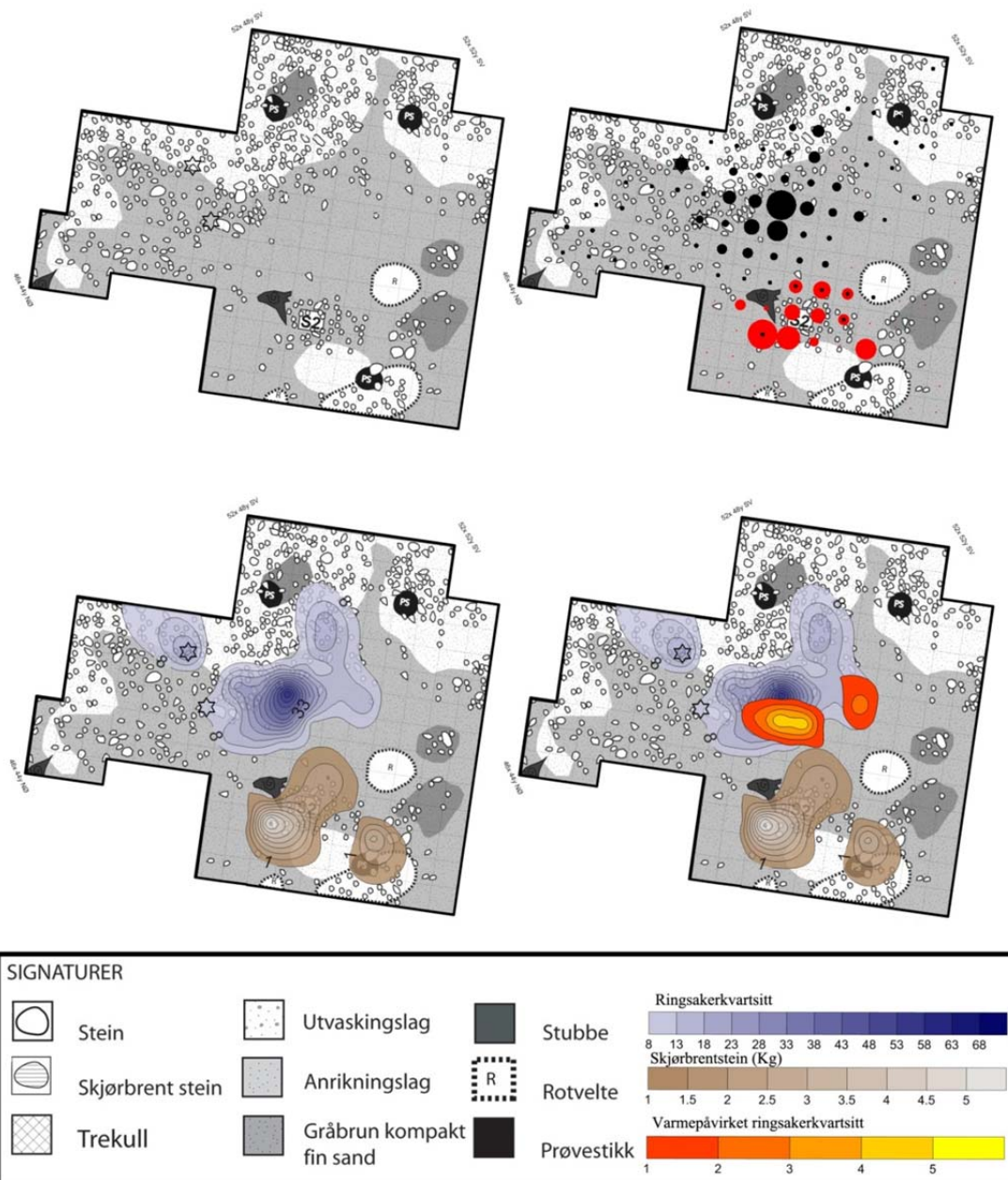
direkte nærhet til lokaliteten. Lokaliteten består ellers av 3 avslag flint, 13 avslag jaspis og en mikrolitt av kryptokrystallin gjennomskinnelig hvit kvartsitt. Den videre analysen av materialet fra denne lokaliteten tar i hovedsak for seg ringsakerkvartsittmaterialet.

Det identifiserte varmepåvirkede materialet består av 20 avslag, som er rundt 3,5 % av den totale mengden ringsakerkvartsitt på lokaliteten. I eksperimentene fremkom det at ringsakerkvartsitten blekes kraftig ved høye temperaturer ($>570\text{ }^{\circ}\text{C}$), men trenger lengre tid enn flint og melkekvarter. Avslagene som er valgt ut på bakgrunn av endringsmarkører benyttet i oppgaven fremstår som blekede og har endret glans. Hovedsakelig har materialet nå en økt glans. I områder med mer kvarts har avslagene fått en voksaktig tekstur og endringsmarkøren kvartsbleket er synlig som melkehvite og opake kvartskorn. Sammenlignet med det upåvirkede materialet sammenfaller det identifiserte varmepåvirkede materiale med forventede endringer på bakgrunn av eksperimentene.



Figur 39: Ringsakerkvartsittmaterialet fra lokaliteten Dokset. I midten et varmepåvirket avslag, tydelig bleket. Nederst på avslaget ses et område som var gjennomskinnelig, men som nå er opak og hvitt. Dette området har også antatt en voksaktig tekstur. Foto: Joachim Åkerstrøm.

Noen meter bortenfor konsentrasjonen med ringsakerkvartsitt ble det undersøkt en kokegrop (S. 2). Strukturen inneholdt ca. 30 kg skjørbrønt stein. Det ble ikke påvist kull i strukturen. Strukturens relasjon til det resterende materialet på lokaliteten er usikker, men enkelte funn ble gjort i nærheten av strukturen. På bakgrunn av den manglende dateringen er det problematisk å avgjøre om den er tilknyttet aktivitet på lokaliteten Melle som ble undersøkt kun få meter unna eller om den kan knyttes til materialet fra Dokset, eller om det stammer fra ett individuelt opphold (Melvold 2010a). I undersøkelsen fremkom det at ett av avslagene som ble identifisert som varmepåvirket ble funnet i den største konsentrasjonen med skjørbrønt stein i kokegropen. Avslaget ble gjenkjent på bakgrunn av de samme kriteriene som ble benyttet på resten av materialet, men har i tillegg til endringsmarkørene bleket, endret glans og kvartsbleking også fått enkelte områder med rødlig misfarging. Det at avslaget ble funnet i strukturen styrker en tolkning av det kan være samtidighet mellom strukturen og de



Figur 40: Funndistribusjon for lokaliteten Dokset. A) Lokaliteten i plan slik den så ut etter at det var gravd et lag. B) Funnspredning med skjørbrønt stein i rødt og funn i sort. Stjerne markerer de to delene av den lansettformede spissen. C) Funnspreidingen på lokaliteten med minste antall satt til åtte funn for å vise konsentrasjonen, samt skjørbrøntstein med minste vekt på ett kilo. D) Illustrasjon C samt innsatt funnspreiding av varmepåvirket ringsakerkvartsitt. Plantegning etter (Melvold 2010a:116).

litiske funnene, men det kan være en mulighet for at avslaget tilfeldig kan ha havnet i strukturen hvis denne ble laget ved et annet besøk til plassen ved for eksempel bli hengende i torvlaget når kokegropen ble tildekket med torv. For å komme nærmere en tolkning av lokaliteten, og organiseringen av plassen må det undersøkes hvordan ringsakerkvartsitten er blitt varmepåvirket. Det lave antall funn spredt på en så begrenset flate medfører at eventuelle funn av varmepåvirket kvartsitt burde være lite i antall ved antropogen ild. Ved eventuell

påvirkning av skogbrann ville det være forventet ett litt høyere antall, mer spredt utover flaten. Men på bakgrunn av temperaturene som er nødvendig for å påvirke denne typen kvartsitt så det er makroskopisk gjenkjennelig er det nødvendig med temperaturer som er i overkant av hva man kan forvente ved skogbrann i denne typen landskap. Det tynne lav og mose laget vil sannsynligvis ikke kunne overføre tilstrekkelig energi i løpet av den korte tiden det brenner, og temperaturer fra undersøkelser utført i lignende områder forventes å ligge i underkant av den nødvendige temperaturen for å endre kvartsitten tilstrekkelig. Samtidig isolerer jord varmens nedstrekning i undergrunnen i den grad at det med ett topplag på kun få cm ikke vil kunne oppstå tilstrekkelige temperaturer for å påvirke kvartsitten. I denne situasjonen er det rimelig å anta at et eventuelt varmepåvirket materiale vil være endret på bakgrunn av antropogen ild. Den påvirkende ilden stammer sannsynlig fra et ikke steinsatt ildsted, som kan ha fungert som varme og lyskilde under arbeidet med den lansettformede spissen. Kanskje har det vært nødvendig med et ildsted etter tildekkingen av gropa? I og med at spissen ble ødelagt under tilvirkningen ble den gjenlagt på lokaliteten.

Skjørbrent steinmaterialet utenfor gropa tyder også på at prosessen er fullført, og at den tilberedte maten er tatt ut av gropa, noe som etterlater skjørbrent stein rundt strukturen. Ser en denne aktiviteten i sammenheng med den latente strukturen ildstedet, og samtidig i relasjon med avfallsmaterialet fra tilvirkningen av den lansettformede spissen får vi en tydelig planlagt organisasjon av lokaliteten. Fra plassen hvor tilvirkeren har sittet, har det vært lys og varme fra ildstedet, samtidig som det har vært god oversikt over både elva og kokegropen. Kokegropen fungerer som et siktpunkt fra den ildstedssentrerte konsentrasjonen av ringsakerkvartsitt over elva, noe som kan fortelle om den kronologiske rekkefølgen for handlinger som ble utført på lokaliteten. Det er nærliggende å tolke kokegropen som hovedaktiviteten på plassen, i og med at den er ytterst på linjen mellom ildstedet, konsentrasjonen med ringsakerkvartsitt og elva. Plasseringen av ildstedet kan derfor være plassert i forhold til kokegropen, og antent etter tildekking av gropa for å gi lys og varme mens man har ventet på det som ble tilberedt i kokegropen. I lys av dette er det tentativt å fremlegge produksjonen av den lansettformede spissen som en sekundær aktivitet, nesten mens man har ventet på å kunne åpne kokegropen.

Lokaliteten Dokset domineres av råstoffet ringsakerkvartsitt. Det er ingen rester av naturlig overflate på det innsamlede materialet, og størrelsen på avslagene indikerer at det er foregått flateretusjering av en ødelagt lansettformet spiss. Spissen ble ikke fullført, og har blitt delt i to stykker under tilvirkningen. Produksjonen av spissen har foregått i nær tilknytting til et ildsted, noe som er indikert av den varmepåvirkede ringsakerkvartsitten som ble identifisert under analysen



Figur 41: Fotografi av lokaliteten Dokset med innsatt funnkonsentrasjon, ildsted og siktlinje. Spredningskart er innfelt i høyre hjørne, orientert etter forografi. Rena elv renner fra sør til nord, og plasseringen av ildstedet relatert til kokegropa gir redskapsmakeren på Dokset full oversikt til Rena elv. Foto etter Melvold (2010)

av materialet. Endringene på det varmepåvirkede materialet samstemmer med resultatene fra eksperimentene som ble utført i forbindelse med denne oppgaven. Det var usikkert om kokegropen på lokaliteten hadde en tilknytting til ringsakerkvartsittmaterialet. I lys av det latente ildstedet som fremkom, og kokegropens plassering relatert til Rena elv og ringsakerkvartsittmaterialet, er det nærliggende å tolke kokegropen og produksjonen av den lansettformede spissen som samtidige. Plasseringen av aktivitetene på lokalitetene ser ut til å forholde seg til kokegropen og utsikten over Rena elv. Ildstedet og produksjonen av spissen er derfor nærliggende å tolke som plasseringsmessig sekundært etter kokegropen.

Ildstedet kan ha blitt slukket ved å spre glør og brensel utover flaten med en kvist eller blitt sparket på når plassen skulle forlates, noe som resulterte i en liten ansamling bearbeidet melkekvarts og varmepåvirket melkekvarts ved siden av hovedkonsentrasjonen med litisk materiale.

8 Konklusjon

De ulike litiske råstoff som er undersøkt i denne oppgaven kan med unntak av jaspis identifiseres i det arkeologiske materialet når de er varmepåvirket. Innlandslokaliteter, slike som er undersøkt langs Rena elv i Hedemark utviser stor råstoffvariasjon, og funn av flint kan

ved mange lokaliteter være fraværende eller at andre råstoff som for eksempel jaspis, kvartsitt eller kvarts dominerer funnmaterialet. Hvis man kun tar utgangspunkt i råstoffet flint ved spredningsanalyser av varmepåvirket materialet vil elementer ved andre råstoff kanskje underrepresenteres, og gi et skjevt bilde av varmepåvirket materiale og årsaker til varmepåvirkning. Flint som tidligere er grundig undersøkt ble benyttet i undersøkelsene som en innfallsport til endringer som kan inntreffe ved varmepåvirkning av et litisk arkeologisk materiale, da endringer som inntreffer på dette råstoffet er godt kjent. Resultatene fra og undersøkelsene på flint samstemmer med tidligere undersøkelser, men gir også en forklaring på den tidvis store spredningen som kan fremkomme på lokaliteter av varmepåvirket flint, da råstoffet kan endres ved lave temperaturer, som ofte befinner seg godt innenfor temperaturer som kan oppstå i forbindelse med skogbrann. Flinten får en rekke lett gjenkjennelige karakteristikk når den endres i form av *potlids*, krakelering, *orange-peel*, frakturer, og kalsinering. I særlig grad vil en nyansering av ulike grader av varmepåvirkning kunne tilføre analyser av denne typen materiale større sikkerhet ved for eksempel å benytte kun kalsinert flint i analyser eller ved å samstille analyser etter påvirkningsgrad. Kalsinering er interessant da denne endringsmarkøren inntreffer ved langt høyere temperaturer enn for eksempel krakelering og potlids.

I denne sammenhengen er de andre råstoffene som ble undersøkt i oppgaven av interesse. Kvartsitt, som hovedsakelig ble undersøkt gjennom eksperimenter på ringsakerkvartsitt, samt melkekvarts har en langt høyere temperaturgrense for gode gjenkjennelig endringsmarkører som med sikkerhet kan benyttes i lignende analyser. For at melkekvarts skulle endres tilstrekkelig måtte temperaturen komme opp i 550 °C, og materialet måtte endres til ikke inneholde noen områder med gjennomskinnelig kvarts. Materialet måtte for sikker identifisering av varmepåvirkning inneha endringsmarkørene kvartsbleket, som for melkekvarts medfører at det er melkehvitt og opak, ha endret glans og kunne inneha områder med rødlig misfarging ofte samlet i oppståtte frakturer på bakgrunn av dekrepetasjon som inntreffer når innesperret vann i materialet presses ut, og danner mikrofrakturer eller makrofrakturer.

For den mørkeblå ringsakerkvartsitten inntraff det en i øyenfallende bleking av materialet, samt også her en rødlig misfarging, ofte samlet til begrensede områder eller at det ble en del av materialets primærfarge. Endringsmarkøren kvartsbleket kunne også på dette materialet

benyttes, da markøren vises på mineralet kvarts som kan opptre som små årer, ansamlinger eller spredt som større korn i kvartsitt. I bergarter hvor kvartsmaterialet samles i enkelte gjennomskinnelige områder endres disse i tillegg til å bli opake og melkehvite til også å få en voksaktig tekstur. Melkekvarsten og ringsakerkvartsitten må derfor gjenkjennes på bakgrunn av andre endringsmarkører enn det som fra før er kjent fra varmepåvirket flint.

På bakgrunn av de ovenstående endringene som fremkom i analysen av materialet kunne arkeologiske funn undersøkes for å se om det var mulig å gjenfinne varmepåvirkede funn. Fra det nylige publiserte prosjektet Gråfjell ble to lokaliteter med valgt ut. Funnmaterialet fra lokaliteten Thingnes domineres av melkekvarst og funnmaterialet fra Dokset besto i hovedsak av ringsakerkvartsitt. Gjennom disse undersøkelsene ble det undersøkt ulike stadier for hvordan råstoffene ble uthentet i tilknytting til nærområdet enten gjennom bruddvirksomhet eller ved å kunne finne gode råstoffer i morenen. Materialene utviser ingen tegn til ild eller sterk varme i de første fasene av handlingsrekkene. På. Det varmepåvirkede materialet var samlet i konsentrasjoner i nær tilknytting til ansamlinger med skjørbrent stein eller konsentrasjoner av litisk avfall, og ble derfor tolket som varmepåvirket i ildsteder som ikke var steinsatt. Denne typen strukturer er vanskelige å finne i en feltsituasjon, da det ofte ikke er rester av kull eller annet organisk materiale. På bakgrunn av temperaturer som kan oppstå i liknende skogområder under skogbrann og funnenes plassering relatert til den skjørbrente steinen eller strukturer ser det ut til at varmepåvirkningen har inntruffet tilfeldig under tilvirkningen av redskaper i kort avstand til ildstedet som har gitt både varme og lys.

Gjennom denne undersøkelsen har det fremkommet at flint, kvarts, melkekvarst og ringsakerkvartsitt endres når de utsettes for sterk varme. Endringene som fremkommer etter varmepåvirkning kan gjenkjennes og benyttes i analyser av lokaliteter og et arkeologisk materiale slik man i dag benytter seg av flint.

Videre eksperimenter kan kaste mer lys over prosesser og andre endringsmarkører som kan benyttes i videre eksperimenter og undersøkelser. I særlig grad kan ulike frakturer som vil oppstå på større fragmenter av skjørbrent stein være en innfallsvinkel som kan gi informasjon om kokegroper og ulike strukturers funksjon. Undersøkelser på hvordan ringsakerkvartsitt og andre råstoffer nedbrytes og fragmenteres i ulik grad kan også medvirke til økt kunnskap og empirisk grunnlag for å kunne problematisere strukturer i større grad enn det som gjøres i dag.

Jaspisen fra Flendalen ble kun endret under varmepåvirkningen og ikke etter at avslagene hadde fått normal temperatur. Videre undersøkelser på dette materialet kan avdekke andre former for gjenkjennelse og analyser, som for eksempel i forbindelse med uthenting av materiale fra brudd. Kunnskap om hvordan litiske funn endres og påvirkes når de utsettes for sterk varme kan i mange tilfeller gi økt kunnskap og bredere empirisk materiale til undersøkelser og analyser av et arkeologisk materiale.

9 Bibliografi

- Ahler, S. A.
1983 Heat Treatment of Knife River Flint. *Lithic technology* 12:1-8.
- Akerman, K.
1979 Heat and Lithic Technology in the Kimberleys, W. A. *Archaeology and Physical Anthropology in Oceania* 14(Z):144-151.
- Alpersen-Afil, N., D. H. Richter og N. Goren-Inbar
2007 Phantom Hearths and the Use of Fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *PaleoAnthropology* 2007:1-15.
- Amundsen, T.
2007 Lokalteter Fra Steinbrukende Tid - Åpne Lokalteter Og Kokegroper. I *Elfgangst Og Bosetning I Gråfjellområdet*, redigert av T. Amundsen, s. 17-56. Gråfjellprosjektet. bind II. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen Oslo.
- Andrefsky, J. W.
2005 *Lithics: Macroscopic Approaches to Analysis*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ashurst, J. og F. G. Dimes
1998 *Conservation of Building and Decorative Stone*. Butterworth-Heinemann Series in Conservation and Museology. Butterworth-Heinemann, Oxford; Woburn, Mass.
- Backhouse, P. N. og E. Johnson
2007 Where Were the Hearths: An Experimental Investigation of the Archaeological Signature of Prehistoric Fire Technology in the Alluvial Gravels of the Southern Plains. *Journal of Archaeological Science* 34(9):1367-1378.
- Ballin, T. B.
1998 *Oslofjordforbindelsen: Arkæologiske Undersøgelser Ved Drøbaksundet*. Varia 48. Universitetets oldsaksamling, Oslo.

2008 Quartz Technology in Scottish Prehistory. I *Scottish Archaeological Internet Report*, redigert av D. Barrie. The Society of Antiquaries of Scotland.
- Ballin, T. B. og O. Lass Jensen
1995 *Farsundprosjektet: Stenalderbopladser På Lista*. Varia. Universitetets oldsaksamling, Oslo.
- Bambauer, H. U., G. O. Brunner og F. Laves
1969 Light Scattering of Heat-Treated Quartz in Relation to Hydrogen-Containing Defects. *The American Mineralogist* 54(718-724).
- Barker, C. og S. J. Robinson
1984 Thermal Release of Water from Natural Quartz. *The American Mineralogist* 69:1078-1081.
- Bastin, J. A. og E. W. Mitchell
1961 Light Scattering from Heat Treated Synthetic Quartz. *The American Mineralogist* 46:1227-1244.
- Batchelor, D.
1979 The Use of Quartz and Quartzite as Cooking Stones. I *Die Ausgrabungen in Gönnersdorf 1968-1976 Und Die Siedlungsbefunde Der Grabung 1968*, redigert av G. Bosinski, s. 154-164, Wiesbaden.

- Behm, J. A. og A. Faulkner
1974 Hixton Quartzite: Experiments in Heat Treating. *Wisconsin Archaeologist* 55:271-276.
- Bellomo, R.
1993 A Methodological Approach for Identifying Archaeological Evidence of Fire Resulting from Human Activities. *Journal of Archaeological Science* 1993(20):525-553.
- Berg-Hansen, I. M.
1999 The Availability of Flint at Lista and Jæren, Southwestern Norway. I *The Mesolithic of Central Scandinavia*, redigert av J. Boaz, s. 267-282. Universitetets Oldsaksamlings Skrifter: Ny Rekke. Universitetets Oldsaksamling, Oslo.
- Berg, E.
1995 *Dobbeltspor/E6 - Prosjektet: Steinalderlokaliteter Fra Senmelottisk Tid I Vestby, Akershus*. Varia 32. Universitets oldsaksamling, Oslo.

1997 *Mesolittiske Boplasser Ved Årungen I Ås Og Frogn, Akershus*. Varia 44. Universitets oldsaksamling, Oslo.
- Binford, L., R. og J. F. O'connell
1984 An Alyawara Day: The Stone Quarry. *Journal of Anthropological Research* 40(3):406-432.
- Bioforsk
2010 Kontrollerte Miljøverdier Fra Målestasjon I Ås. Elektronisk dokument, [http://lmt.bioforsk.no/agrometbase/showweatherdata.php?weatherstation=5&elementMeasurementTypes\[\]=1&elementMeasurementTypes\[\]=297&elementMeasurementTypes\[\]=8&elementMeasurementTypes\[\]=13&elementMeasurementTypes\[\]=33&loginterval=1&valuetype=value_controlled&date_start=2010-04-20&date_end=2010-04-30&format=html&adjustForDST=true](http://lmt.bioforsk.no/agrometbase/showweatherdata.php?weatherstation=5&elementMeasurementTypes[]=1&elementMeasurementTypes[]=297&elementMeasurementTypes[]=8&elementMeasurementTypes[]=13&elementMeasurementTypes[]=33&loginterval=1&valuetype=value_controlled&date_start=2010-04-20&date_end=2010-04-30&format=html&adjustForDST=true), besøkt 15.05.2010
- Bjerk, H. B.
2008 Norwegian Mesolithic Trends. I *Mesolithic Europe*, redigert av G. Bailey og P. Spikins, s. 60-106. Cambridge University Press, New York.
- Bjørn, A.
1934 *Hedmarks Stenalder 1931-1932*. Universitetets Oldsaksamling Årbok, Oslo.
- Boaz, J.
1997 *Steinalderundersøkelsene På Rødsmoen*. Varia 41. Universitetets oldsaksamling, Oslo.

1998 *Hunter-Gatherer Site Variability: Changing Patterns of Site Utilization in the Interior of Eastern Norway, between 8000 and 2500 B.P.* Universitets Oldsaksamlings Skrifter. Ny Rekke 20. Universitetets oldsaksamling, Oslo.

1999 Pioneers in the Mesolithic: The Initial Occupation. I *The Mesolithic of Central Scandinavia*, redigert av J. Boaz, s. 125-152. Universitetets Oldsaksamling. Ny Rekke. bind 22. Universitetets oldsaksamling, Oslo.
- Bordes, F.
1969 Traitement Thermique Du Silex Au Solutréen. I *Comptes Rendus De Séances Mensuelles De La Société Préhistorique Française*. bind 7.
- Branlund, J. M. og A. M. Hofmeister
2007 Thermal Diffusivity of Quartz to 1,000°C: Effects of Impurities and the A-B Phase Transition. *Physics and Chemistry of Minerals* 34(8):581-595.
- Broadbent, N. og K. Knutsson
1980 Några Reflektioner Kring Experimentell Arkeologi Och Dess Tillämpning I Norden. *Tor XVIII*(1978-1979):5-14.

- Brown, K. S., C. W. Marean, A. I. R. Herries, Z. Jacobs, C. Tribolo, D. Braun, D. L. Roberts, M. C. Meyer og J. Bernatchez
2009 Fire as an Engineering Tool of Early Modern Humans. *Science* 325(5942):859-862.
- Brøgger, A. W.
1942 Glåmdalen I Oldtiden. I *Glåmdal*, s. 16-26. John Griegs forlag, Bergen.
- Buenger, B.
2003 *The Impact of Wildland and Prescribed Fire on Archaeological Resources*. . Upublisert doktorgradsavhandling, University of Kansas.
- Chakrabarti, B., T. Yates og A. Lewry
1996 Effect of Fire Damage on Natural Stonework in Buildings. *Construction and Building Materials* 10(7):539-544.
- Clemente-Conte, I.
1997 Thermal Alterations of Flint Implements and the Conservation of Microwear Polish: Preliminary Experimental Observations. I *Siliceous Rocks and Culture*, redigert av M. A. Ramos og M. A. Bustillo, s. 525-535. Universidad de Granada, Granada.
- Collins, M. B. og J. M. Fenwick
1974 Heat Treating of Chert: Methods of Interpretation and Their Application. *Plains* 19:134-145.
- Cotterell, B. og J. Kamminga
1987 The Formation of Flakes. *American Antiquity* 52(4):675-708.
- Coulson, S., S. Staurset og N. Walker
2011 Ritualized Behavior in the Middle Stone Age: Evidence from Rhino Cave, Tsodilo Hills, Botswana. *PaleoAnthropology* 2011:18-61.
- Crabtree, D. E.
1967 Notes on Experiments in Flint Knapping: The Flint Knapper's Raw Materials. *Tebiwa* 10:8-25.
- Crabtree, D. E. og B. R. Butler
1964 Notes on Experiment in Flintknapping: Heat Treatment of Silica Materials. *Tebiwa* 7:1-6.
- Custer, J. F. og B. H. Silber
1995 *Final Archaeological Investigations at the Snapp Prehistoric Site (7nc-G-101), State Route 1 Corridor, Chesapeake and Delaware Canal Section, New Castle County, Delaware*. Deldot Archaeology Series. Delaware Dept. of Transportation.
- Damlien, H.
2010a Referansesystem for Littiske Råstoff. I *Steinalderundersøkelser Langs Rena Elv*, redigert av K. Stene. Varia. bind 76. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen, Oslo.
2010b Thingnæs. I *Steinalderundersøkelser Langs Rena Elv*, redigert av K. Stene. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen, Oslo.
- Damlien, H., S. Melvold og P. Persson
2010 Utgravningsmetode. I *Steinaldersundersøkelser Ved Rena Elv*, redigert av K. Stene, s. 67-75. Varia. bind 76. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen, Oslo.
- Debano, L. F., D. G. Neary og P. F. Ffolliott
1998 *Fire's Effects on Ecosystems*. J. Wiley, New York.

- Dobres, M. A.
2000 *Technology and Social Agency. Outlining a Practice Framework for Archaeology*. Blackwell, Oxford.
- Domanski, M. og J. Webb
1992 Effect of Heat Treatment on Siliceous Rocks Used in Prehistoric Lithic Technology. *Journal of Archaeological Science* 19(6):601-614.
2007 A Review of Heat Treatment Research. *Lithic technology* 32(2):153-194.
- Domanski, M., J. Webb, R. Glaisher, J. Gurba, J. Libera og A. Zakoscielna
2009 Heat Treatment of Polish Flints. *Journal of Archaeological Science* 36(7):1400-1408.
- Domanski, M., J. A. Webb og J. Boland
1994 Mechanical Properties of Stone Artefact Materials and the Effect of Heat Treatment. *Archaeometry* 36(2):177-208.
- Driscoll, K.
2010 *Understanding Quartz Technology in Early Prehistoric Ireland*.
2011 Vein Quartz in Lithic Traditions: An Analysis Based on Experimental Archaeology. *Journal of archaeological science* 38(3):734-745.
- Driscoll, K. og J. Menuge
2011 Recognising Burnt Vein Quartz Artefacts in Archaeological Assemblages. *Journal of Archaeological Science* 38(9):2251-2260.
- Dumarçay, G.
2010 Vedlegg 3. Preliminary Analysis of Thermal Alterations Process in Rocks from Rena River Area (Norway), by Laboratory Experiment. I *Steinaldersundersøkelser Ved Rena Elv*, redigert av K. Stene, s. 567-573. Varia. bind 76. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen, Oslo.
- Ebright, C.
1987 Quartzite Petrography and Its Implications. *Archaeology in Eastern North America federation* 15:29-45.
- Eigeland, L.
2007 Slått Eller Ikke Slått - Det Er Spørsmålet. Rapport Vedrørende Kvarts- Og Kvartsittmateriale Fra Steinalderlokaliteter I Gråfjellområdet. I *Elfgangst Og Bøsetning I Gråfjellområdet*, redigert av T. Amundsen, s. 337-356. Varia 64. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen, Oslo.
- Eriksen, B. V.
1999 Varmebehandling Af Flint. I *Menneskelivets Mangfoldighet: Aræologisk Og Antropologisk Forskning På Moesgård*, redigert av O. Høiris, H. J. Madsen, T. Madsen og J. Vellev, s. 185-192. Aarhus Universitet og Moesgård Museum, Aarhus.
- Eriksen, B. V.
2000 Squeezing Blood from Stones. I *Flintstudier: En Håndbog I Systematiske Analyser Af Flintinventarer*, redigert av B. V. Eriksen, s. 231-267. Aarhus Universitetsforlag, Århus.
- Fischer, A.
1979 *Stenalderekspementer I Lejre: Bopladsernes Indretning*. Working Papers: The National Museum of Denmark. Nationalmuseet, København.
- Flenniken, J. J.
1981 *Replicative Systems Analysis : A Model Applied to the Vein Quartz Artifacts from the Hoko River Site*. Washington State University Laboratory of Anthropology.

- Flenniken, J. J. og E. G. Garrison
1975 Thermally Altered Novaculite and Stone Tool Manufacturing Techniques. *Journal of Field Archaeology* 2(1/2):125-131.
- Flenniken, J. J. og J. P. White
1983 Heat Treatment of Siliceous Rocks and Its Implications for Australian Prehistory. *Australian aboriginal studies* 1983(1):43-48.
- Florek, S.
1989 Fire in the Quarry. *Australian Archaeology* 1989(29).
- Fuglestad, I.
1992 *Svevollen: Et Senmesolittisk Boplassområde I Det Østnorske Innland*. Upublisert magistergradsavhandling. Universitetet i Oslo, Oslo.
- 1995 Svevollen: Spor Av Senmesolittisk Bosetning I Lavlandets Indre Skogsone. I *Steinalderkonferansen I Bergen 1993*, redigert av K. A. Bergsvik, S. Nygaard og A. J. Nærøy, s. 96-110. Arkeologiske Skrifter. bind 8. Arkeologisk institutt, Universitetet i Bergen, Bergen museum, Bergen.
- 1998 The Flint-Using Group at the Svevollen in the Interior of Eastern Norway: How to Understand the Limited Use of Non-Flint Material. I *Proceedings from the Third Flint Alternatives Conference at Uppsala, Sweden, October 18-20, 1996*, redigert av L. Holm og K. Knutsson, s. 61-70. bind 16. Department of Archaeology and Ancient History, Uppsala.
- 2006 "Sandokomplekset" - Nyoppdagede Groplokaliteter Fra Mesolittisk Tid På Sandholmen I Askim Kommune. I *Historien I Forhistorien. Festskrift Til Einar Østmo På 60-Årsdagen*, redigert av H. Glørstad, B. Skar og D. Skre, s. 49-63. Skrifter Nr. 4. Kulturhistorisk museum, Oslo.
- Gillespie, A. R., J. F. E. Budinger og E. A. Abbott
1989 Verification of Prehistoric Campfires by 40ar---39ar Analysis of Fire-Baked Stones. *Journal of Archaeological Science* 16(3):271-291.
- Glørstad, H.
2004 *Svinesundprosjektet Bind 4: Oppsummering Av Svinesundprosjektet*. Varia 57. Universitetets kulturhistoriske museer, Fornminneseksjonen, Universitetet i Oslo, Oslo.
- Glørstad, H., E. Mikkelsen og K. Kallhovd
2006 *Steinalderundersøkelser: Faglig Program. Bind 1*. Varia 61. Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen, Universitetet i Oslo, Oslo.
- Gonick, K.
2003 Fire Altered Rock as Artifacts. Two Experiments - Fire and Water: Their Effects on Quartz and Quartzite. *Journal of Middle Atlantic Archaeology* 19:145-155.
- Gould, R. A.
1976 A Case of Heat Treatment of Lithic Materials in Aboroginal Northwestern California. *Journal of California anthropology* 3(1):142-144.
- Gregg, M. L. og R. J. Grybush
1976 Thermally Altered Siliceous Stone from Prehistoric Contexts: Intentional Versus Unintentional Alteration. *American Antiquity* 41(2):189-192.
- Griffiths, D. R., C. A. Bergman, C. J. Clayton, K. Ohnuma, G. V. Robins og N. J. Seeley
1987 Experimental Investigations of the Heat Treatment of Flint. I *The Human Uses of Flint and Chert*, redigert av G. Sievking og M. H. newcomer, s. 43-52. Cambridge university press Cambridge.

- Grøn, O.
1995 *The Maglemose Culture: The Reconstruction of the Social Organization of a Mesolithic Culture in Northern Europe*. Bar International Series 616. Tempus Reparatum, Oxford.
- Hagen, A.
1946 Frå Innlandets Steinalder: Hedmark Fylke. I *Viking*, s. 1-93. bind 10. Norsk arkeologisk selskap, Oslo.
- Hanckel, M.
1985 Hot Rocks: Heat Treatment at Burrill Lake and Currarong, New South Wales. *Archaeology in Oceania* 20(3):98-102.
- Hester, T. R.
1972 Ethnographic Evidence for the Thermal Alteration of Siliceous Stone. *Tebiwa* 15:63-65.
- Hougen, B.
1947 *Fra Seter Til Gård: Studier I Norsk Bosetningshistorie*. Norsk arkeologisk selskap, Oslo.
- House, J. H. og J. W. Smith
1975 Experiments in the Replication of Fire-Cracked Rock.
- Høeg, H. I.
1996 *Pollenanalytiske Undersøkelser I "Østerdalsområdet" Med Hovedvekt På Rødsmoen, Åmot I Hedmark*. Varia / Universitetets Oldsaksamling. Universitetets oldsaksamling, Oslo.
- Høyland, T.
2010 Brennverdier for Ulike Treslag. Elektronisk dokument, <http://www.hoyland.no/~terhoy/brennverdier.html>, besøkt 03.02.2010
- Inizan, M. L., M. Reduron-Ballinger, H. Roche og J. Tixier
1999 *Technology and Terminology of Knapped Stone*.
- Jackson, M. A.
1998 *The Nature of Fire-Cracked Rock New Insights from Ethnoarchaeological and Laboratory Experiments*.
- Jaksland, L.
2001 *Vinterbrolokalitetene: En Kronologisk Sekvens Fra Mellom- Og Senmesolitikum I Ås, Akershus*. Varia 52. Universitetets kulturhistoriske museer, Oldsaksamlingen, Oslo.

2005 *Hvorfor Så Mange Økser? En Tolkning Av Funnene Fra Den Klassiske Nøstvetboplassen I Ås, Akershus*. upublisert hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo.
- Jeske, R. J., D. M. Winkler og D. Blodgett
2010 Experimental Heat Alteration of Lithic Raw Materials. I *Designing Experimental Research in Archaeology: Examining Technology through Production and Use*, Colorado.
- Joner, E. J. og J. Kjønås
2004 Økologiske Effekter Av Skogbrann. *Glimt fra skogforskningen* (7):1-2.
- Kinnunen, K. A.
1993 Mineralogical Methods Applied to the Study of Stone Age Quartz Quarries in Finland. *Fennoscandia archaeologica* X:9-17.
- Klippel, W.
1970 Preliminary Observations on Heat-Treated Chert from Late Archaic and Woodland Sites Along the Southern Border of the Prairie Peninsula in the Missouri. *Missouri Archaeological society newsletter* (239):1-7.

- Knight, J.
1991 Vein Quartz. *Lithics* (12):37-56.
- Knutsson, H. og K. Knutsson
2010 Vedlegg 4. Slitspåranalyser Av Fyra Material Utgravda Vid Rena Elv I Åmot Kommune. I *Steinaldersundersøkelser Ved Rena Elv*, redigert av K. Stene, s. 575-584. Varia. bind 76. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen, Oslo.
- Lavin, L.
1983 Heat Treatment and Its Effects on Chert Color: The Results of Thermal Experimentation on Some Hudson and Delaware Valley Chert Types. *The bulletin and journal of archaeology for New York State* 87:1-12.
- Lemonnier, P.
1980 *Les Salines De L'oust. Logique Technique, Logique Sociale*. Maison des sciences de l'Homme, Paris.
- Lemonnier, P.
1986 The Study of Material Culture Today: Toward an Anthropology of Technical Systems. *Journal of Anthropological Archaeology* 5(2):147-186.
- Leveillee, A. J. og D. J. Souza
1981 Heat Treating Quartz: A Controlled Experiment. I *Quartz Technology in Prehistoric New England*, redigert av R. J. Barber, s. 35-48. Institute for Conservation Archaeology, Peabody Museum, Harvard, Cambridge.
- Lindgren, C.
1998 Shapes of Quartz and Shapes of Minds. I *Proceedings from the Third Flint Alternatives Conference at Uppsala, Sweden, October 18-20, 1996*, redigert av L. Holm og K. Knutsson, s. 95-103. Occasional Papers in Archaeology bind 16. Department of Archaeology and Ancient History, Uppsala.
- Lintz, C.
1989 Experimental Thermal Discoloration and Heat Conductivity Studies of Caliche from Eastern New Mexico. *Geoarchaeology* 4(4):319-346.
- Livingstone Smith, A.
2001 Bonfire II: The Return of Pottery Firing Temperatures. *Journal of Archaeological Science* 28(9):991-1003.
- Luedtke, B. E.
1992 *An Archaeologist's Guide to Chert and Flint*. Archaeological Research Tools 7. UCLA Institute of Archaeology, Los Angeles.
- Mandeville, M. D.
1973 A Consideration of the Thermal Pretreatment of Chert. *Plains Anthropologist* 18(61):177-202.
- Mcdowell-Loudan, E. E.
1983 Fire-Cracked Rock: Preliminary Experiments to Determine Its Nature and Significance in Archaeological Contexts. *Chesopiean* 21(1):20-29.
- Melcher, C. L. og D. W. Zimmerman
1977 Thermoluminescent Determination of Prehistoric Heat Treatment of Chert Artifacts. *Science* 197(4311):1359-1362.

- Melvold, S. A.
 2010a Dokset. Produksjonsplass for En Flateretusjert Spiss Av Ringsakerkvartsitt. I *Steinaldersundersøkelser Ved Rena Elv*, redigert av K. Stene. Kulturhistorisk museum, Forminneseksjonen, Oslo.
- 2010b Vesteng. En Seinmesolittisk Og Tidligneolittisk Lokalitet Dominert Av Mikroflekkeproduksjon. I *Steinalderundersøkelser Ved Rena Elv*, redigert av K. Stene, s. 154-175. bind 3. Kulturhistorisk museum i Oslo, Oslo.
- Mercieca, A. og P. Hiscock
 2008 Experimental Insights into Alternative Strategies of Lithic Heat Treatment. *Journal of Archaeological Science* 35(9):2634-2639.
- Mikkelsen, E.
 1975 Frebergsvik: Et Mesolitisk Boplassområde Ved Oslofjorden. I *Universitetets Oldsaksamling. Ny Rekke*, s. 94-149. bind 1. Universitetets oldsaksamling, Oslo.
- 1989 En 6000 År Gammel Steinalderhytte I Heradsbygd: Vinterkvarter for Elg Og Beverfangst. I *Alfarheim, Årbok for Elverum*, s. 39-54, Elverum.
- Mikkelsen, E. og P. O. Nybruget
 1975 *Jakt Og Fiske I Steinbrukende Tid I Hedmark*. Norsk skogbruksmuseum, Elverum.
- Moody, D.
 1976 Thermal Alterations of Quartzite from Spanish Diggings, Wyoming - a Pre-Historic Quarry. *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences* III (1974 - 1976).
- Nystuen, J. P. og G. Goffeng
 1973 Berggrunn Og Løsavsetninger I Åmot. Arealressurser Og Bosetningsgrunnlag. I *Åmot Bygdebok Bd Iii*, s. 13-62, Rena.
- Ohlson, M. og E. Tryterud
 2000 Interpretation of the Charcoal Record in Forest Soils: Forest Fires and Their Production and Deposition of Macroscopic Charcoal. *The Holocene* 10(4):519-525.
- Olausson, D. og L. Larsson
 1982a Heat Treatment of Flint in the Scandinavian Stone Age? *Papers of the Archaeological Institute University of Lund 1981 - 1982* 1981-1982(4):5-25.
- Olausson, D. S. og L. Larsson
 1982b Testing for the Presence of Thermal Pretreatment of Flint in the Mesolithic and Neolithic of Sweden. *Journal of Archaeological Science* 9(3):275-285.
- Ozker, D.
 1976 Heat Treatment of Bayport Chert. *Michigan Archaeologist* 22(4):357-368.
- Patterson, L. W.
 1995 Thermal Damage of Chert. *Lithic technology* 20:72-80.
- Pelegrin, J.
 1990 Prehistoric Lithic Technology: Some Aspects of Research. *Archaeological review from Cambridge* 9(1).
- Pelegrin, J., C. Karlin og P. Bodu
 1988 Chaînes Opératoires: Un Outil Pour Le Préhistorien. *Technologie Préhistorique*:55-62.

- Persson, P.
2010 Provstickning På Västra Terrasskanten. I *Steinaldersundersøkelser Ved Rena Elv*, redigert av K. Stene, s. 93-95. Varia. bind 76. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen, Oslo.
- Petraglia, M. D.
2002 Feature Formation: Thermally Altered Stone Features. I *Hickory Bluff: Changing Perceptions of Delmarva Archaeology*. Delaware Department of Transportation Archaeology Series.
- Price, D. T., S. Chappell og D. J. Ives
1982 Thermal Alteration in Mesolithic Assemblages. *Proceedings of the Prehistoric Society* 48:467-485.
- Purdy, B. A.
1974 Investigations Concerning the Thermal Alteration of Silica Minerals: An Archaeological Approach. *Tebiwa* (17):37-76.

1975 Fractures for the Archaeologist. I *Lithic Technology: Making and Using Stone Tools*, redigert av E. Swanson, s. 133-141. World anthropology, Chicago.

1981 Pyrotechnology: Prehistoric Application to Chert Material. I *North America Early Pyrotechnology: The Evolution of the First Fire-Using Industries*, redigert av T. A. Wertime og S. F. Wertime, s. 31-44. Smithsonian, Washington, D.C.
- Purdy, B. A. og H. K. Brooks
1971 Thermal Alteration of Silica Minerals: An Archeological Approach. *Science* 173(3994):322-325.
- Ramstad, M.
2000 Brytinga Mellom Nord Og Sør – Ei Faghistorisk Analyse Med Utgangspunkt I Møre I Yngre Steinalder. *Primitive tider* 3:54-79.
- Rapp, G. J., S. Balescu og M. Lamothe
1999 The Identification of Granitic Fire-Cracked Rocks Using Luminescence of Alkali Feldspars. *American Antiquity* 64(1):71-78.
- Rennie, P.
2001 The Interpretive Use of Firecracked Rock. *Archaeology in Montana* 42(1):86-90.
- Richter, D., N. Alperson-Afil og N. Goren-Inbar
2011 Employing TL Methods for the Verification of Macroscopically Determined Heat Alteration of Flint Artefacts from Palaeolithic Contexts. *Archaeometry* 53(4):842-857.
- Rick, J. W.
1978 *Heat-Altered Cherts of the Lower Illinois Valley: An Experimental Study in Prehistoric Technology*. Northwestern University Archaeological Program Prehistoric Records 2. Evanston, Northwestern university.
- Rick, J. W. og S. Chappell
1983 Thermal Alteration of Silica Materials in Technological and Functional Perspective. *Lithic technology* 12:69-80.
- Risbøl, O.
2001 *Kulturminner Og Kulturmiljø I Gråffjell, Regionfelt Østlandet, Åmot Kommune I Hedmark Arkeologiske Registreringer 2000, Fase 2*. Niku Publikasjoner 102. Norsk institutt for kulturminneforskning, Oslo.

- Schindler, D. L., J. W. Hatch, C. A. Hay og R. C. Bradt
1982 Aboriginal Thermal Alteration of a Central Pennsylvania Jasper: Analytical and Behavioral Implications. *American Antiquity* 47(3):526-544.
- Sergant, J., P. Crombé og Y. Perdaen
2006 The Invisible' Hearths: A Contribution to the Discernment of Mesolithic Non-Structured Surface Hearths. *Journal of Archaeological Science* 33(7):999-1007.
- Shepard, A. O.
1956 *Ceramics for the Archaeologist*. Carnegie Institution of Washington Publication 609. Carnegie institution, Washington.
- Shepard, A. O.
1968 *Ceramics for the Archaeologist*. Carnegie Institution of Washington, Washington DC.
- Stabbetorp, O. E.
2010 Økologiske Effekter Av Skogbrann. I *Samlerapport Alle Avsluttede Prosjekter 2006-2009*, redigert av Forskningsrådet, s. 298-304. Forskningsrådet, Oslo.
- Stene, K. (redaktør)
2007 *Årsrapport 2006. Gråfjellprosjektet: Arkeologiske Utgravninger I Gråfjellområdet, Åmot Kommune, Hedmark*. Universitetets kulturhistoriske museer. Fornminneseksjonen, Oslo.
- Stene, K. (redaktør)
2008 *Årsrapport 2007 for Gråfjellprosjektet: Arkeologiske Utgravninger Ved Rena Elv Og Gråfjellområdet, Åmot Kommune, Hedmark*. Kulturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, OSLO.
- Stene, K. (redaktør)
2010 *Steinaldersundersøkelser Ved Rena Elv*. 76. Kulturhistorisk museum. Fornminneseksjonen, Oslo.
- Stene, K., P. Persson, H. Damlien og S. A. Melvold
2010 Lokaltetene Fra Steinbrukende Tid Ved Rena Elv. I *Steinaldersundersøkelser Ved Rena Elv*, redigert av K. Stene, s. 457-520. Kulturhistorisk museum, Fornminneseksjonen, Oslo.
- Stevenson, M. G.
1991 Beyond the Formation of Hearth Associated Artifact Assemblages. I *The Interpretation of Archaeological Spatial Patterning*, redigert av E. M. Kroll og T. D. Price, s. xiii, 315 s. Plenum Press, New York.
- Tixier, J., M. L. Inizan og H. Roche
1980 *Préhistoire De La Pierre Taillée*. Terminologie Et Technologie 1, Antibes:CREP.
- Toll, W. H.
1978 Quartzites Qua Lithic Material in Archaeology: Qualities Quandaries with Special Reference to Use-Wear. *Plains Anthropologist* 22(79):47-67.
- Weymouth, J. H. og W. O. Williamson
1951 Some Physical Properties of Raw and Calcined Flint. *Mineralogical Magazine* 213:573-593.
- Winkler, E. M.
1973 *Stone: Properties, Durability in Man's Environment*. Springer-Verlag, Wien.
- Østeraas, T.
2004 Rapport Om Geologi Og Kulturminner I Regionfelt Østlandet. Upublisert rapport, Oslo.

10 Appendix A: Referansemateriale fremstilt i undersøkelser

Endringsmarkørskjema og bilder av råstoffer varmepåvirket i undersøkelsen. På venstre side endringsmarkørskjema, og på høyre side tilhørende bilde av bergarten. Klasse 0 – 1000 = Temperatur i ovn. 2005 – 2020 = Ildsteds-undersøkelse, hvor 2005 er innerste sone 5 cm fra senter av bål og 2020 er ytterste sone og 20 cm fra senter av bål. Klasse 3100 = avslag brent på 1000 °C i ovn for så å bli lagt i vann. 3600 = avslag brent på 600 °C i ovn for så å bli lagt i vann. Bilder følger samme rekkefølge som skjema

Geo. type: Flint. Tekstur: Kryptokrystallin. Sted: Koster, Sverige. Knoll: 29. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset	+Grov	Sukret	Krake-	Potlid	Brudd	Orange	Kalsi-	Total	% pr.	% av
						Glans	Glans	tekstur	tekstur	tekstur	lert			Peel	nert	Klasse		Total
0	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8,70	3,85
400	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	13,04	5,77
600	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	5	21,74	9,62
800	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	5	21,74	9,62
1000	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	8	34,78	15,38
2005	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	5	29,41	9,62
2010	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	5	29,41	9,62
2015	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	23,53	7,69
2020	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17,65	5,77
3100	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	7	58,33	13,46
3600	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	5	41,67	9,62
		11	0	5	0	2	11	0	0	0	6	4	9	2	2	52		

Geo. type: Flint. Tekstur: Kryptokrystallin. Sted: Vest-Agder, Farsund, Lista. Knoll: 262. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset	+Grov	Sukret	Krake-	Potlid	Brudd	Orange	Kalsi-	Total	% pr.	% av
						Glans	Glans	tekstur	tekstur	tekstur	lert			Peel	nert	Klasse		Total
0	7,5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	7,5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	7,5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	7,5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	3	15,79	5,66
800	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	8	42,11	15,09
1000	N 9,5/1 (White)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	42,11	15,09
2005	7,5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	3	17,65	5,66
2010	7,5YR 5/1 (Gray)	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	6	35,29	11,32
2015	7,5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	5	29,41	9,43
2020	7,5YR 5/1 (Gray)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3	17,65	5,66
3100	N 9,5/1 (White)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	9	52,94	16,98
3600	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	8	47,06	15,09
		4	3	5	0	0	9	0	0	0	7	7	9	6	3	53		

Geo. type: Flint. Tekstur: Kryptokrystallin. Sted: Danmark. Knoll: 263. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset	+Grov	Sukret	Krake-	Potlid	Brudd	Orange	Kalsi-	Total	% pr.	% av
						Glans	Glans	tekstur	tekstur	tekstur	lert			Peel	nert	Klasse		Total
0	2,5YR 7/1 (Light Reddish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	2,5YR 7/1 (Light Reddish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	2,5YR 7/2 (Pale Red)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16,67	5,88
600	2,5YR 7/2 (Pale Red)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	25,00	8,82
800	2,5YR 7/2 (Pale Red)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	25,00	8,82
1000	10R 7/3 (Pale Red)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	33,33	11,76
2005	2,5YR 6/1 (Reddish Gray)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	6	40,00	17,65
2010	2,5YR 5/1 (Reddish Gray)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	6	40,00	17,65
2015	2,5YR 6/1 (Reddish Gray)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	20,00	8,82
2020	2,5YR 7/1 (Light Reddish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 7/3 (Pale Red)	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5	71,43	14,71
3600	2,5YR 7/2 (Pale Red)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	28,57	5,88
		9	9	2	0	0	0	1	0	0	2	3	6	2	0	34		

200 – 400 °C: Fargeendring, mindre glans, og brudd.

- 600 – 1000 °C: Fargeendring, redusert glans, krakelering, *potlids*, samt brudd.
- Bål: Hovedsakelig endring 5 - 15 cm i form av Fargeendring, mindre glans, krakelering, brudd og *orange-peel*.
- Vann: Fargeendring, mindre glans, krakelering, brudd, og kalsinering.



- 0 – 400 °C: Ingen endring
- 600: Mindre glans, krakelering og brudd.
- 800 – 1000 °C: Avslag kalsineres, brudd, *orange-peel* og *potlids*.
- Vann og varme: Fargeendring, matt, krakelert, *potlid*, *orange-peel*, kalsinering på 1000 °C
- Bål: Størst endring opptrer ved 10 og 15 cm fra bålsets senter i form av *orange-peel*, brudd, *potlid*, mindre glans og krakelering.



- 0 – 200 °C: Ingen endring.
- 400 – 800 °C: Rødlig skjær, frakturer.
- 1000 °C: Avslaget blekes og får et rødlig skjær, ikke gjennomgående brudd.
- Bål: 5 – 10 cm: Rødlige. Størst fargeendring ved 10 cm.
- Vann og varme: Fargeendring samsvarer med avslag fra undersøkelser uten vann.



Geo. type: Flint. Tekstur: Kryptokrystallin. Sted: Danmark. Knoll: 265. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	7.5YR 3/2 (Dark Brown)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	7.5YR 3/2 (Dark Brown)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	7.5YR 3/2 (Dark Brown)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	5	18,52	7,35
600	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	6	22,22	8,82
800	N 9/1 (White)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	29,63	11,76
1000	N 9/1 (White)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	29,63	11,76
2005	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	7	26,92	10,29
2010	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	7	26,92	10,29
2015	7.5YR 5/1 (Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	7	26,92	10,29
2020	7.5YR 3/2 (Dark Brown)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	5	19,23	7,35
3100	N 9/1 (White)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	8	53,33	11,76
3600	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	7	46,67	10,29
		8	0	8	0	0	10	0	0	0	10	10	10	9	3	68		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: C (melkekvarter). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 2. Sted: Hedmark, Åmot, Rena sand og grustak. Knoll: 106. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	23,08	8,57
800	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	38,46	14,29
1000	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	38,46	14,29
2005	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	33,33	11,43
2010	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	33,33	11,43
2015	N 9/1 (White)	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	25,00	8,57
2020	N 9/1 (White)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,33	2,86
3100	N 9/1 (White)	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	14,29
3600	N 9/1 (White)	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	14,29
		9	0	8	8	2	6	2	0	0	0	0	0	0	0	35		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: C (melkekvarter). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 5. Sted: Hedmark, Åmot, Rena sand og grustak. Knoll: 116. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	33,33	13,64
800	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	33,33	13,64
1000	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	33,33	13,64
2005	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	42,86	13,64
2010	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	42,86	13,64
2015	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14,29	4,55
2020	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	50,00	13,64
3600	10PB 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	50,00	13,64
		7	8	7	7	8	0	7	0	0	0	0	0	0	0	44		

- 0 – 200 °C: Ingen endring.
- 400 °C: Matt, krakelering, *orange-peel*, samt brudd.
- 600 °C: Bleket, matt, krakelering, *potlid*, og brudd.
- 800 – 1000 °C: Kalsinert, matt, krakelert, og *orange-peel*.
- Vann og varme: Samsvarende endringer som uten vann.
- Bål: 5 – 15 cm: Bleket, matt, krakelert, og orange-peel.



- 0 – 400 °C: Ingen endring
- 600 °C: Fargeendring gjennom kvartsbleking.
- 800 – 1000 °C: Kvartsbleking, vokset tekstur og redusert glans
- Vann og varme: Kvartsbleket, samt redusert glans.



- 0 – 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Kvartsbleket, vokset tekstur, rødlig og økt glans.
- Vann og varme: Kvartsbleket, vokset tekstur, rødlig og økt glans.
- Bål: 5 – 10 cm: Kvartsblekt, vokset tekstur og økt glans.
- Bål 15 cm: rødlig, samt økt glans
- Bål 20 cm: Ingen endring.



Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: C (melkekvarter). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 5. Sted: Hedmark, Åmot, Rødstranda. Knoll: 160. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	10R 7/1 (Light Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6,25	2,70
600	10R 8/1 (White)	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	31,25	13,51
800	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	31,25	13,51
1000	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	31,25	13,51
2005	10R 8/1 (White)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15,38	5,41
2010	10R 8/1 (White)	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6	46,15	16,22
2015	10R 8/1 (White)	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	38,46	13,51
2020	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 8/2 (Pinkish White)	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	50,00	10,81
3600	10R 8/2 (Pinkish White)	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	50,00	10,81
		7	7	0	8	4	5	0	0	6	0	0	0	0	0	37		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: C (melkekvarter). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 5. Sted: Hedmark, Åmot, Rødsbrua. Knoll: 183. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6,25	2,70
600	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18,75	8,11
800	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	37,50	16,22
1000	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	37,50	16,22
2005	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2010	10R 8/1 (White)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	13,51
2015	10R 8/1 (White)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	13,51
2020	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	45,45	13,51
3600	N 9/1 (White)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6	54,55	16,22
		8	7	7	6	2	4	2	0	0	0	0	1	0	0	37		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: C (melkekvarter). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 3. Sted: Hedmark, Åmot, Myggstad. Knoll: 223. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	16,67	6,25
600	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	27,78	10,42
800	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	27,78	10,42
1000	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	27,78	10,42
2005	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25,00	10,42
2010	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25,00	10,42
2015	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25,00	10,42
2020	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25,00	10,42
3100	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	10,42
3600	N 9/1 (White)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	50,00	10,42
		10	9	10	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48		

- 0 – 200 °C: Ingen endring.
- 400 °C: Rødlig
- 600 – 1000 °C: Kvartsbleket med et rødlig skjær, redusert glans og sukret tekstur.
- Vann og varme: Kvartsbleket med rødlig skjær, sukret tekstur og økt glans.
- Bål 5 - 15 cm: Kvartsbleket med rødlig skjær, samt økt glans.
- Bål 20 cm: Ingen endring



- 0 – 400 °C: Ingen endring
- 600 °C: Bleket med rødlig skjær.
- 800 – 1000 °C: Kvartsbleket med rødlig skjær, økt glans og vokset tekstur.
- Vann og varme: Kvartsbleket med rødlig skjær, redusert glans og brudd.



- 0 – 200 °C: Ingen endring
- 400 °C: Kvartsbleket
- 600 – 1000 °C: Kvartsbleket rødfarge langs sprekker og økt glans.
- Bål: 5 – 20 cm Kvartsbleket med rød farge langs sprekker, samt økt glans.
- Vann og varme: Kvartsbleket med rødfarge lange sprekker og økt glans.



Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: E (Melert kvartsitt). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 8. Sted: Hedmark, Åmot, Melvold. Knoll: 139. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- ending	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset	+Grov	Sukret	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 5/1 (Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 6/1 (Bluish Gray)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5,26	2,63
400	5PB 6/1 (Bluish Gray)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5,26	2,63
600	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)		1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	5	26,32	13,16
800	10R 6/4 (Pale Red)		1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	6	31,58	15,79
1000	10R 7/4 (Pale Red)		1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	6	31,58	15,79
2005	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7,69	2,63
2010	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)		1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	6	46,15	15,79
2015	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)		1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	6	46,15	15,79
2020	5PB 5/1 (Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 7/4 (Pale Red)		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	50,00	7,89
3600	10R 6/4 (Pale Red)		0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	50,00	7,89
			8	6	7	0	0	5	0	5	7	0	0	0	0	38		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: E (Melert kvartsitt). Tekstur: Finkornet. Fargekode: 9. Sted: Hedmark, Åmot, Ossjoen. Knoll: 240. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- ending	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset	+Grov	Sukret	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30,00	18,75
800	10R 3/2 (Dusky Red)		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30,00	18,75
1000	10R 5/6 (Red)		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	40,00	25,00
2005	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2010	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2015	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2020	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	5YR 5/6 (Yellowish Red)		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	66,67	25,00
3600	10R 2.5/2 (Very Dusky Red)		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	33,33	12,50
			5	4	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	16		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 14. Sted: Hedmark, Åmot, Rødstranda. Knoll: 61. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- ending	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset	+Grov	Sukret	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 6/1 (Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 6/1 (Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5,00	2,33
600	10R 8/2 (Pinkish White)		1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	30,00	13,95
800	10R 8/2 (Pinkish White)		1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	30,00	13,95
1000	2,5YR 8/2 (Pinkish White)		1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	7	35,00	16,28
2005	5PB 6/1 (Bluish Gray)		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18,18	4,65
2010	10R 8/2 (Pinkish White)		1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	45,45	11,63
2015	5PB 8/2 (Bluish Gray)		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	27,27	6,98
2020	5PB 8/2 (Bluish Gray)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9,09	2,33
3100	10R 8/2 (Pinkish White)		1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	50,00	13,95
3600	10R 8/2 (Pinkish White)		1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	50,00	13,95
			10	5	8	7	6	0	6	0	0	0	1	0	0	43		

- 200 – 400 °C: Liten fargeendring.
- 600 °C: Bleket, redusert glans, grovere og sukret tekstur.
- 800 – 1000 °C: Rødlig og bleket med redusert glans, samt grovere og sukret tekstur.
- Bål: 5 cm: liten fargeendring.
- 10 – 15 cm: Rødlig og bleket med redusert glans, samt grovere og sukret tekstur.
- Vann og varme: Rødlig og bleket med sukret tekstur.



- 0 – 400 °C: Ingen endring
- 600 – 1000 °C: Rødlig bleket, samt brudd.
- Bål:
- Vann og varme: Rødlig bleket, samt brudd.



- 400 °C: liten fargeendring
- 600 – 1000 °C: kvartsbleket, økt glans, vokset tekstur.
- Bål: 10 cm: rødlig bleket, kvartsbleking, økt glans og vokset tekstur.
- Bål 15 cm: kvartsbleket.
- Bål 20 cm: ingen endring.
- Vann og varme: rødlig bleking og kvartsbleking, økt glans og vokset tekstur .



Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Rødstranda. Knoll: 66. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov teksturtekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
400	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
600	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	23,08	7,69	
800	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	5	38,46	12,82	
1000	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5	38,46	12,82	
2005	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	5	29,41	12,82	
2010	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	5	29,41	12,82	
2015	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	17,65	7,69	
2020	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	23,53	10,26	
3100	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	5	55,56	12,82	
3600	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	44,44	10,26	
		9	1	9	0	0	7	0	6	6	0	0	1	0	39			

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Rena sand og grustak. Knoll: 99. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov teksturtekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
400	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
600	5PB 5/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	21,43	8,57	
800	10R 6/2 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	28,57	11,43	
1000	10R 8/4 (Pinkish White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	7	50,00	20,00	
2005	5PB 5/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	33,33	8,57	
2010	10R 7/3 (Pale Red)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	55,56	14,29	
2015	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	11,11	2,86	
2020	5PB 2.5/1 (Bluish Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
3100	10R 8/4 (Pinkish White)	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	8	66,67	22,86	
3600	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4	33,33	11,43	
		7	4	7	3	2	7	2	0	0	0	3	0	0	35			

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Rødsbrua. Knoll: 118. Serie:1																	
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov teksturtekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	5PB 4/1 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5	29,41	12,50
800	10R 7/1 (Light Gray)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	6	35,29	15,00
1000	10R 5/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	6	35,29	15,00
2005	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4	40,00	10,00
2010	5PB 4/1 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	5	50,00	12,50
2015	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	10,00	2,50
2020	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 5/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	7	53,85	17,50
3600	5PB 4/1 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	6	46,15	15,00
		7	6	7	0	0	8	0	7	4	0	1	0	0	40		

- 200 – 400 °C: 200 – 400 °C:: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket og redusert glans, samt grovere tekstur og sukret tekstur.
- Bål: 5 – 20 cm: Bleket, redusert glans
- Vann og varme: Bleket, grovere tekstur, sukret tekstur og brudd.



0 – 400 °C: Ingen endring.

- 600 – 1000 °C: Bleket, redusert glans, og en gradvis overgang til lys rosa og vokset tekstur.
- Bål: 5 cm: Bleket og redusert glans.
- Bål: 10 cm: Kvartsbleket med rosa skjær og redusert glans.
- Bål 15 og 20 cm: kitt redusert glans.
- Vann og varme: Følger endringer fra 600 og 1000 °C.



- 0 – 400 °C: Ingen endring
- 600 – 1000 °C: Bleket med røde flekker, redusert glans, samt grovere og sukret struktur.
- Bål 5 – 10 cm: Bleket med redusert glans, samt grovere og sukret tekstur.
- 15 – 20 cm: Noe redusert glans.
- Vann og varme: Bleket med rødlige flekker, redusert glans, samt grovere og sukret tekstur.



Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Osa. Knoll: 124. Serie:1																			
Klasse	Munsell	Farge- ending	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov	Sukret	Krake- tekstur	lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
400	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
600	10R 6/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
800	10R 6/3 (Light Reddish Brown)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	37,50	14,29	
1000	10R 7/6 (Light Red)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	37,50	14,29	
2005	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
2010	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
2015	5PB 5/5 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
2020	5PB 5/5 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	9,52	
3100	10R 7/6 (Light Red)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	60,00	14,29	
3600	10R 5/4 (Weak Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	40,00	9,52	
		9	8	9	4	0	9	3	0	0	0	0	0	0	0	42			

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Rødsåsen. Knoll: 126. Serie:1																			
Klasse	Munsell	Farge- ending	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov	Sukret	Krake- tekstur	lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
400	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
600	7,5YR 7/1 (Light Gray)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25,00	11,43	
800	7,5YR 7/3 (Pink)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	37,50	17,14	
1000	7,5YR 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	37,50	17,14	
2005	10R 7/1 (Light Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16,67	5,71	
2010	7,5YR 7/3 (Pink)	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	41,67	14,29	
2015	2,5YR 7/1 (Light Reddish Gray)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	25,00	8,57	
2020	7,5YR 7/1 (Light Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16,67	5,71	
3100	7,5YR 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	57,14	11,43	
3600	7,5YR 7/1 (Light Gray)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	42,86	8,57	
		9	7	9	4	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	35			

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Finkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Holmbo Øst. Knoll: 131. Serie:1																			
Klasse	Munsell	Farge- ending	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov	Sukret	Krake- tekstur	lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
400	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
600	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	27,27	9,09	
800	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	36,36	12,12	
1000	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	36,36	12,12	
2005	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	21,43	9,09	
2010	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	28,57	12,12	
2015	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	28,57	12,12	
2020	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	21,43	9,09	
3100	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	50,00	12,12	
3600	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	50,00	12,12	
		9	6	9	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	33			

- 0 – 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med rødlig skjær, redusert glans, og vokset tekstur ved 800 og 1000 °C.
- 5 cm i bål: Kvartsbleket og redusert glans.
- 10 – 20 cm i bål: bleket med rødlig skjær og redusert glans.
- 600 °C og vann: bleket med rødlig skjær og redusert glans.
- 1000 °C og vann: Kvartsbleket og rødlig med redusert glans og vokset tekstur.



- 200 – 400 °C: Ingen endring.
- 600 °C: Kvartsbleket med rødlig skjær.
- 800 – 1000 °C: Kvartsbleket med rødlig skjær, økt glans og vokset tekstur.
- 10 - 15 cm i bål: Kvartsbleket med rødlig skjær, økt glans og vokset tekstur.
- 5 og 20 cm i bål: Kun bleket.
- 600 °C og vann: Bleket med rødlig skjær.
- 1000 °C: Bleket med rødlig skjær og vokset tekstur.



- 200 – 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med redusert glans, og overgang til rødlig skjær.
- 10 – 15 cm i bål: Bleket med redusert glans og rødlig.
- 5 og 20 cm i bål: bleket med redusert glans.
- 600 og 1000 °C med vann: bleket med rødlig skjær og redusert glans.



Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Kolbuåsen. Knoll: 132. Serie:1																			
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødtlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 6/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 6/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
400	10R 5/1 (Reddish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
600	10R 5/4 (Weak Red)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	33,33	13,33	
800	10R 5/4 (Weak Red)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	33,33	13,33	
1000	10R 5/6 (Red)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	33,33	13,33	
2005	10R 4/1 (Dark Reddish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10,00	3,33	
2010	10R 4/1 (Dark Reddish Gray)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	40,00	13,33	
2015	10R 4/2 (Weak Red)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	40,00	13,33	
2020	10R 4/1 (Dark Reddish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10,00	3,33	
3100	10R 5/6 (Red)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	50,00	13,33	
3600	10R 4/3 (Weak Red)	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	50,00	13,33	
		9	7	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	0	30			

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 14. Sted: Hedmark, Åmot, Melvold. Knoll: 137. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødtlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset tekstur	+Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 6/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 6/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 6/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	33,33	25,00
800	10R 8/1 (White)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	33,33	25,00
1000	10R 8/2 (Pinkish White)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	33,33	25,00
2005	10R 8/1 (White)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	50,00	12,50
2010	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	50,00	12,50
2015	5PB 6/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2020	5PB 6/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 8/2 (Pinkish White)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3600	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
		5	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8		

- 200 – 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Redusert glans, rødlig i fargen med grovere tekstur.
- 10 – 15 cm i bål: Rødlig med redusert glans og grovere tekstur.
- 5 og 20 cm i bål: Litt mørkere farge.
- 600 og 1000 °C i vann: Rødlig farge med redusert glans og grovere tekstur.



200 - 400 °C: Ingen endring

- 600 - 1000 °C: Bleket farge, med overgang til rødlig skjær.
- 5 – 10 cm i bål: Bleket med noe rødlig misfarging
- 15 – 20 cm i bål: Ingen endring
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket



Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Finkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Elverum, Kvile Camping. Knoll: 148. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	N 4/1 (Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	N 4/1 (Black)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	N 3,5/1 (Medium Dark Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8,33	2,70
600	N 5,5/1 (Medium Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	25,00	8,11
800	N 9,5/1 (White)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4	33,33	10,81
1000	N 9,5/1 (White)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4	33,33	10,81
2005	N 9,5/1 (White)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4	28,57	10,81
2010	5PB 5/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4	28,57	10,81
2015	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	21,43	8,11
2020	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	21,43	8,11
3100	N 9,5/1 (White)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5	45,45	13,51
3600	5PB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	6	54,55	16,22
		10	0	9	0	0	0	0	0	0	1	1	9	2	5	37		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Rodstranda. Knoll: 157. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	10R 8/1 (White)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	33,33	18,75
800	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	33,33	18,75
1000	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6	33,33	18,75
2005	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16,67	3,13
2010	10R 8/1 (White)	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	83,33	15,63
2015	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2020	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 5/4 (Weak Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	50,00	12,50
3600	10R 8/2 (Pinkish White)	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	50,00	12,50
		6	5	6	3	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	32		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 14. Sted: Hedmark, Åmot, Sandtak Løpsjøen Vest. Knoll: 161. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rodlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 6/6 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 6/6 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 7/6 (Light Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6,25	2,94
400	5PB 8/6 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18,75	8,82
600	5YR 6/1 (Gray)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6	37,50	17,65
1000	2,5YR 6/3 (Light Reddish Brown)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6	37,50	17,65
2005	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	27,27	8,82
2010	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4	36,36	11,76
2015	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	27,27	8,82
2020	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9,09	2,94
3100	2,5YR 6/3 (Light Reddish Brown)	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	57,14	11,76
3600	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	42,86	8,82
		10	3	8	0	0	5	0	2	6	0	0	0	0	0	34		

- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med brudd, og fullstendig oppløst med kalsinering på 800 og 1000 °C.
- 5 – 10 cm i bål: Kalsinering og brudd.
- 15 og 20 cm i bål: Bleket
- 600 og 1000 °C i vann: *Orange-peel* og bleket på 600 °C, mens avslaget på 1000 °C løste seg fullstendig opp i vann..



- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Kvartsbleket med rødlig farge, vokset tekstur og redusert glans.
- 5 -10 cm i bål: Kvartsbleket med rødlig farge, vokset tekstur og redusert glans.
- 15 - 20 cm i bål: Ingen endring.
- 600 og 1000 °C i vann: Kvartsbleket med rødlig farge, vokset tekstur og redusert glans.



- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Rødlig farget med redusert glans og sukret tekstur.
- 10 – 15 cm i bål: Bleket med redusert glans og sukret tekstur.
- 5 og 20 cm i bål: Ingen endring.
- 600 og 1000 °C i vann: Rødlig farget med redusert glans og sukret tekstur.



Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Finkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Rena hoppbake. Knoll: 164. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	SPB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	SPB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	SPB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	10R 4/1 (Dark Reddish Gray)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30,00	14,29
800	10R 5/2 (Weak Red)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30,00	14,29
1000	10R 5/4 (Weak Red)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	40,00	19,05
2005	SPB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2010	10R 3/2 (Dusky Red)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	60,00	14,29
2015	SPB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20,00	4,76
2020	SPB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20,00	4,76
3100	10R 4/4 (Weak Red)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	50,00	14,29
3600	10R 3/2 (Dusky Red)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	50,00	14,29
		7	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	21		

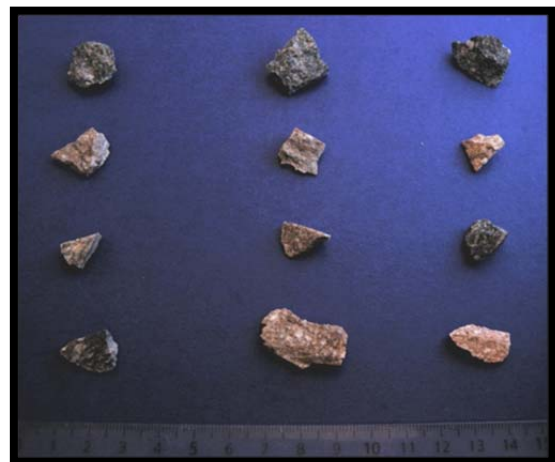
Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Furuset. Knoll: 182. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødtlig	Bleket bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	SPB 4/6 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	SPB 4/6 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	SPB 4/6 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	10R 5/3 (Weak Red)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	33,33	13,89
800	10R 5/4 (Weak Red)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	33,33	13,89
1000	10R 6/3 (Pale Red)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	33,33	13,89
2005	SPB 5/1 (Bluish Gray)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	44,44	11,11
2010	10R 5/4 (Weak Red)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	55,56	13,89
2015	SPB 4/6 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2020	SPB 4/6 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 7/4 (Pale Red)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6	50,00	16,67
3600	10R 5/3 (Weak Red)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6	50,00	16,67
		7	6	7	7	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0	36		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Furuset. Knoll: 185. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødtlig	Bleket bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	SPB 4/1 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	SPB 4/1 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	SPB 4/1 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	SPB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9,09	3,33
800	2,5Y 8/1 (White)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	36,36	13,33
1000	5YR 8/3 (Pink)	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	6	54,55	20,00
2005	SPB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18,18	6,67
2010	SPB 6/1 (Bluish Gray)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	36,36	13,33
2015	5YR 8/3 (Pink)	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	45,45	16,67
2020	SPB 4/1 (Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	5YR 8/3 (Pink)	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	62,50	16,67
3600	2,5Y 8/1 (White)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	37,50	10,00
		8	6	7	5	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	30		

- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Rødlig farget med ikke gjennomgående brudd.
- 10 - 15cm i bål: Rødlig farget og bleket.
- 5 og 20 cm i bål: Ingen store endringer, noe bleket på 5 cm.
- 600 og 1000 °C i vann: Rødlig farget med ikke gjennomgående brudd.



- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Kvartsbleket med rødlig farge og redusert glans.
- 5 – 10 cm i bål: Kvartsbleket og redusert glans. Rødlig på 10 cm.
- 15 og 20 cm i bål: Ingen endring.
- 600 og 1000 °C i vann: Kvartsbleket med rødlig farge, redusert glans og brudd.



- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket til kvartsbleket med rødlig farge, vokset tekstur, brudd og økt glans.
- 10 – 15 cm i bål: Kvartsbleket med vokset tekstur, økt glans og rødlig farge.
- 5 og 20 cm i bål: Ingen store endringer. Noe bleket på 5 cm.
- 600 og 1000 °C i vann: Kvartsbleket med rødlig farge, vokset tekstur, økt glans og brudd.



Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Deset. Knoll: 189. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts Glans	+	- Glans	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	SPB 3/6 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	SPB 3/6 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	SPB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6,25	2,63
600	10R 6/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	31,25	13,16
800	10R 6/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	31,25	13,16
1000	10R 7/1 (Light Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	31,25	13,16
2005	10R 6/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	50,00	13,16
2010	10R 5/1 (Reddish Gray)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	50,00	13,16
2015	SPB 3/6 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2020	SPB 3/6 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 6/2 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	6	50,00	15,79
3600	10R 7/2 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	6	50,00	15,79
		8	7	7	0	0	7	0	0	7	0	0	2	0	0	38		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Deset. Knoll: 203. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts Glans	+	- Glans	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	SPB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	SPB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	SPB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	SPB 4/1 (Dark Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10,00	5,00
800	10R 4/3 (Weak Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	40,00	20,00
1000	10R 6/6 (Pink)	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	50,00	25,00
2005	10R 4/1 (Weak Red)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33,33	5,00
2010	10R 4/2 (Pinkish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33,33	5,00
2015	10R 4/1 (Weak Red)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33,33	5,00
2020	SPB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 6/6 (Light Red)	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	71,43	25,00
3600	10R 5/1 (Reddish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	28,57	10,00
		8	3	4	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	20		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 14. Sted: Hedmark, Åmot, Kolbuåsen Sør. Knoll: 212. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket bleket	kvarts Glans	+	- Glans	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Pottlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	10R 7/1 (Light Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	10R 7/1 (Light Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	10R 7/1 (Light Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	10R 8/1 (White)	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	5	29,41	14,71
800	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6	35,29	17,65
1000	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6	35,29	17,65
2005	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6	54,55	17,65
2010	10R 8/1 (White)	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	36,36	11,76
2015	10R 7/1 (Light Gray)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	9,09	2,94
2020	10R 7/1 (Light Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 8/2 (Pinkish White)	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	5	83,33	14,71
3600	10R 8/1 (White)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	16,67	2,94
		5	4	6	0	0	5	0	7	7	0	0	0	0	0	34		

- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med rødlig farge, redusert glans og sukret tekstur.
- 5 - 10 cm i bål: Bleket med rødlig farge, redusert glans og sukret tekstur.
- 15 - 20 cm i bål: Ingen endring.
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket med rødlig farge, redusert glans og sukret tekstur.



- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med rødlig farge, redusert glans og grovere tekstur ved 1000 °C.
- 5 – 15 cm i bål: Noe rødlig.
- 20 cm i bål: Ingen endring
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket med rødlig farge, redusert glans og noe grovere tekstur.



- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med rødlig farge, redusert glans og sukret tekstur.
- 5 – 10 cm i bål: Bleket med rødlig farge, redusert glans og sukret tekstur.
- 5 og 20 cm i bål: Ingen endring
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket med rødlig farge, redusert glans og sukret tekstur.



Geo. type: Kvarts/ kvartsitt. U. gruppe: L (Kvarts/ kvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 24. Sted: Hedmark, Åmot, Rødsbrua. Knoll: 213. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødtlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov	Sukret	Krake- lert	Potlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total	
0	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
200	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5,26	2,44	
400	5PB 8/1 (Light Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5,26	2,44	
600	10R 8/1 (White)	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	26,32	12,20	
800	10R 8/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	31,58	14,63	
1000	10R 8/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	31,58	14,63	
2005	5PB 5/1 (Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10,00	2,44	
2010	10R 8/1 (White)	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	6	60,00	14,63	
2015	5PB 5/1 (Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10,00	2,44	
2020	5PB 8/2 (Light Bluish Gray)	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20,00	4,88	
3100	10R 7/4 (Pale Red)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	50,00	14,63	
3600	10R 8/1 (White)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	50,00	14,63	
		10	4	7	6	7	0	6	0	0	0	1	0	0	41			

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Middels kornet. Fargekode: 14. Sted: Hedmark, Åmot, Deset. Knoll: 226. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset+Grov	Sukret	Krake- tekstur	lert	Potlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	10R 7/1 (Light Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	10R 7/1 (Light Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	10R 6/2 (Pale Red)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11,76	5,41
600	10R 7/4 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	23,53	10,81
800	10R 8/3 (Pink)	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	29,41	13,51
1000	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	6	35,29	16,22
2005	10R 7/1 (Light Gray)	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18,18	5,41
2010	10R 6/3 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	36,36	10,81
2015	10R 6/4 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	36,36	10,81
2020	10R 6/3 (Pale Red)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9,09	2,70
3100	10R 8/2 (Pinkish White)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5	55,56	13,51
3600	10R 7/4 (Pale Red)	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	44,44	10,81
		9	8	8	0	0	8	0	2	0	0	0	2	0	0	37		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Sandtak v/Løpsjøen. Knoll: 216. Serie:1																	
Klasse	Munsell	Farge- endring	Rødtlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov	Sukret	Krake- lert	Potlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 5/1 (Bluish Gray)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	6	30,00	14,29
800	2,5YR 7/1 (Light Reddish Gray)	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	7	35,00	16,67
1000	2,5YR 7/2 (Pale Red)	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	7	35,00	16,67
2005	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	36,36	9,52
2010	2,5YR 7/1 (Light Reddish Red)	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	36,36	9,52
2015	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	18,18	4,76
2020	5PB 6/1 (Bluish Gray)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9,09	2,38
3100	2,5YR 7/1 (Light Reddish Gray)	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5	45,45	11,90
3600	10R 6/3 (Pale Red)	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	6	54,55	14,29
		9	5	8	0	7	3	3	0	7	0	0	0	0	42		

- 200 - 400 °C: Ingen endring
- 600 – 1000 °C: Kvartsbleket med rødlig farge, økt glans og vokset tekstur.
- 10 cm i bål: Kvartsbleket med rødlig farge, økt glans og vokset tekstur.
- 5 og 15 – 20 cm: Ingen endring.
- 600 og 1000 °C i vann: Kvartsbleket med rødlig farge, økt glans og vokset tekstur.



- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med økt glans og rødlig farge, samt sukret tekstur.
- 5 - 10 cm i bål: Bleket med økt glans og rødlig farge, samt sukret og vokset tekstur.
- 15 og 20 cm i bål: Noe bleket.
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket med økt glans og rødlig farge, samt sukret og vokset tekstur.



- 200 - 400 °C: Ingen endring
- 600 – 1000 °C: Bleket med rødlig farge og redusert glans
- 10 – 15 cm i bål: Bleket med rødlig farge og redusert glans
- 5 og 20 cm i bål: Noe bleket
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket med rødlig farge og redusert glans



Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Kryptokrystallin. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Ossjoen. Knoll: 242. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- ending	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Potlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 2.5/1 (Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 2.5/1 (Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 2.5/1 (Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	5PB 5/1 (Bluish Gray)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16,67	6,25
800	10R 3/2 (Dusky Red)		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	33,33	12,50
1000	10R 5/8 (Red)		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	50,00	18,75
2005	5PB 5/1 (Bluish Black)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20,00	6,25
2010	5PB 5/1 (Bluish Black)		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	40,00	12,50
2015	5YR 4/3 (Reddish Brown)		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	40,00	12,50
2020	5PB 2.5/1 (Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 3/3 (Dusky Red)		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	60,00	18,75
3600	5PB 2.5/1 (Bluish Black)		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	40,00	12,50
			7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	16		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Ossjoen. Knoll: 248. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- ending	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Potlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 2.5/1 (Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 2.5/1 (Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 2.5/1 (Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	10R 3/4 (Dusky Red)		1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	27,27	10,71
800	10R 3/6 (Dark Red)		1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	36,36	14,29
1000	10R 4/8 (Red)		1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	36,36	14,29
2005	10R 3/4 (Dusky Red)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11,11	3,57
2010	10R 5/4 (Weak Red)		1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	44,44	14,29
2015	10R 5/4 (Weak Red)		1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	44,44	14,29
2020	5PB 2.5/1 (Bluish Black)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	10R 3/6 (Dark Red)		1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	50,00	14,29
3600	10R 3/4 (Dusky Red)		1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	50,00	14,29
			8	7	6	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	28		

Geo. type: Kvartsitt. U. gruppe: H (Ringsakerkvartsitt). Tekstur: Grovkornet. Fargekode: 13. Sted: Hedmark, Åmot, Ossjoen. Knoll: 250. Serie:1																		
Klasse	Munsell	Farge- ending	Rødlig	Bleket	kvarts bleket	+	-	Vokset +Grov tekstur	Grov tekstur	Sukret tekstur	Krake- lert	Potlid	Brudd	Orange Peel	Kalsi- nert	Total	% pr. Klasse	% av Total
0	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
200	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
400	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
600	5PB 5/1 (Bluish Gray)		1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	33,33	16,67
800	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)		1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	33,33	16,67
1000	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)		1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	33,33	16,67
2005	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2010	5PB 5/1 (Bluish Gray)		1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	66,67	16,67
2015	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)		0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	33,33	8,33
2020	5PB 3/1 (Very Dark Bluish Gray)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
3100	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	50,00	12,50
3600	5PB 7/1 (Light Bluish Gray)		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	50,00	12,50
			6	7	7	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	24		

- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med rødlig farge.
- 10 – 15 cm i bål: Bleket.
- 5 og 20 cm i bål: Ingen endring.
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket med rødlig farge.



- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med rødlig farge og grovere tekstur.
- 10 – 15 cm i bål: Bleket med rødlig farge og grovere tekstur.
- 5 og 20 cm i bål: Rødlig skjær.
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket med rødlig farge og grovere tekstur.



- 200 - 400 °C: Ingen endring.
- 600 – 1000 °C: Bleket med redusert glans.
- 10 – 15 cm i bål: Bleket med redusert glans
- 5 og 20 cm i bål: Ingen endring
- 600 og 1000 °C i vann: Bleket med redusert glans.
Rødlig ved 1000 °C



11 Appendix B: Identifisert varmepåvirket materiale

Fra lokalitetene Thingnes og Dokset.

Identifisert varmepåvirket materiale på lokaliteten Dokset.																		
Spes.mat	Gjenstand	Varme- påvirket	Farge- endring	Rødlig	Bleket	Kvarts- bleking	Økt glans	Red. glans	Vokset tekstur	Grovere tekstur	Krake- lering	Potlids	Brudd	Kalsinert	X	Y	Kvadrant	Lag
KF4/D	avslag	1	1	1	1	1		1			1				46	49 SW	1	1
KM13/H	avslag	1			1	1	1	1		1	1				48	48 NV	1	1
KM13/H	avslag	5	1			1	1	1							48	49 SW	1	1
KM13/H	avslag	3	1	1	1	1	1	1					1		48	50 NE	1	1
KM13/H	avslag	2	1	1	1	1	1	1			1				48	48 SE	1	1
KM13/H	avslag	1	1	1		1	1	1		1					47	50 NW	1	1
KM13/H	avslag	1	1	1	1		1	1							49	50 SW	1	1
KM13/H	avslag	5	1	1	1	1	1	1							48	49 SE	2	2
KM13/H	avslag	1	1		1	1	1	1		1					49	47 SW	1	1
Identifisert varmepåvirket materiale på lokaliteten Thingnes.																		
KVF2/C	fragment	1	1				1								75	52 SE	1	1
KVF2/C	fragment	1	1	1		1	1	1		1					74	52 NE	1	1
KVM2/C	avslag	1	1			1	1	1		1					75	52 SE	1	1
KVM2/C	avslag	1	1	1	1	1	1			1					76	52 SW	1	1
KVM2/C	avslag	1	1	1	1	1	1	1		1					74	52 NE	1	1
KVM2/C	avslag	2	1	1	1	1	1	1		1	1				75	52 NE	3	3
KVM2/C	fragment	1	1			1	1	1							73	52 SE	1	1
KVM2/C	fragment	2	1	1	1	1	1	1		1					73	51 SW	1	1
KVM2/C	fragment	3	1	1	1	1	1	1		1					75	52 SE	1	1